ANNALES

DES MINES.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES

Les **Annales des Mines** sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Ministre des Travaux Publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, du directeur et des professeurs de l'École des mines, et d'un ingénieur, adjoint au membre remplissant les fonctions de secrétaire :

MM.

Élie de Beaumont, sénateur, insp. général de 1re cl., membre de l'Acad. des Sciences, professeur de géologie au Collége de France et à l'École des mines, *président*.

De Boureuille, conseiller d'État, inspecteur général, secrétaire général du ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

Thirria, inspecteur général de 1re cl.

Combes, inspecteur général de 1re cl. membre de l'Académie des Sciences, directeur de l'École des mines.

Levallois, inspecteur général de 1re cl.

Lorieux, inspecteur général de 2e cl.

De Billy, inspecteur général de 2e cl.

Blavier, inspecteur général de 2e cl.

Fournel, inspecteur général de 2e cl.

Drouot, inspecteur général de 2e cl.

Gruner, ing. en chef de 1re cl., professeur de métallurgie.

MM.

Piérard, ingénieur en chef de 1re cl. secrétaire du conseil général.

Daubrée, ingénieur en chef de 1re cl., membre de l'Académie des Sciences, professeur à l'École des mines et au Muséum d'histoire naturelle.

Callon, ingénieur en chef de 1re cl., professeur d'exploitation.

Rivot, ing. en chef de 2e cl., professeur de docimasie.

Lamé-Fleury, ingénieur ordinaire de 1re cl., prof. de législation des mines.

De Cheppe, ancien chef de la division des mines.

Couche, ingénieur en chef de 1re cl., professeur de construction et de chemins de fer, *secrétaire de la commission*.

Delesse, ingénieur ordinaire de 1re cl., maître de conférence à l'École normale, *secrétaire adjoint*.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des **Annales des Mines** pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les **Annales des Mines** doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la commission des* **Annales des Mines**, rue du Bac, n° 41, à Paris.

Avis.

Les auteurs reçoivent *gratis* 15 exemplaires de leurs articles, formant au moins une feuille d'impression. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 9 fr. par feuille jusqu'à 50, 10 fr. de 50 à 100, et 5 fr. pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. Le tirage à part des planches est payé sur mémoire, au prix de revient.

La publication des **Annales des Mines** a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les six livraisons annuelles forment trois volumes, dont un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. — Les deux volumes consacrés aux matières scientifiques et techniques contiennent de 70 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Ce, RUE RACINE, 26.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT;

RÉDIGÉES

PAR LES INGÉNIEURS DES MINES,

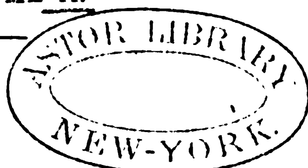
ET PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

SIXIÈME SÉRIE.

MÉMOIRES. — TOME II.





PARIS.

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSEUR DE Vve DALMONT,

Précédemment Carilian-Gœury et Vve Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, 49.

1862



ANNALES

DES MINES.

MÉMOIRE

SUR L'EXPLOITATION DE L'ARGILE SALIFÈRE ET LE TRAITEMENT DU SEL DANS LE SALZKAMMERGUT.

Par M. O. KELLER, ingénieur des mines.

INTRODUCTION.

L'exploitation du sel contenu dans l'argile salifère, par voie de dissolution, a été fort peu étudiée en France jusqu'ici, et ne l'est que depuis quelques années en Allemagne, bien qu'elle soit pratiquée dans ce pays depuis plusieurs siècles.

Cependant l'originalité de la méthode, les perfectionnements qu'elle a reçus dans ces dernières années, dans le pays de Hall et dans le Salzkammergut, ceux qu'elle est susceptible de recevoir encore, enfin l'importance du produit comme matière première de consommation, m'ont paru devoir lui donner un attrait spécial pour le mineur et pour le métallurgiste; et ces raisons m'ont déterminé à publier un travail destiné primitivement à demeurer inédit.

Ce mémoire est divisé en deux parties: la première est consacrée à l'exploitation des salines, au lessivage de l'argile salifère; la seconde, au traitement que subit la dissolution salée au sortir de la mine et à la fabrication des pains de sel.

J'ai fait usage, pour la conversion des poids, des mesures et des monnaies usités en Autriche, du tableau suivant :

	mètres.
1 pied de Vienne.	0,3161109
1 toise (1 klafter) de 6 pieds.	1,8966654
	mètres cubes.
1 toise de Vienne (Wiener Klafter) de 108 pieds cubes.	3,40848
1 toise cube (cubick klafter) de 216 pieds cubes. . . .	6,81696
	kilog.
1 livre (œsterr. pfund).	0,560012
1 quintal (centner).	56
	fr.
1 florin (gulden).	2,50

(Le florin est actuellement subdivisé en 100 kreutzer.)

PREMIÈRE PARTIE.

EXPLOITATION DE L'ARGILE SALIFÈRE DANS LE SALZKAMMERGUT.

---

§ I. *Gisement du sel.*

Salines du Salzkammergut. — Le Salzkammergut est une petite contrée montagneuse, située sur les confins du pays de Salzburg et de la Styrie, qui appartient aux premiers échelons du système des Alpes. Bien que son étendue ne dépasse pas douze milles carrés, la nature y a formé les trois salines importantes de Hallstadt, d'Ischl et d'Aussee, dont les produits sont l'une des richesses les plus importantes de l'Autriche.

Salines voisines. — Il convient de rattacher à ce groupe les salines de Hallein, dans le Salzburg, de Berchtesgaden, en Bavière, et de Hall en Tyrol, qui n'en sont distantes que d'un petit nombre de lieues, vers l'ouest, et les sources d'eau salée qui jaillissent à proximité à Abtenau, à Spital, à Hall, à Unken et à Reichenhall.

Gisement du sel. — Cette série d'amas salifères se trouve dans les terrains du *trias*; elle fait partie de cette formation *infraliassique* des Alpes autrichiennes rendue célèbre par les couches fossilifères de Saint-Cassian et de Hallstadt, qui furent longtemps un objet d'étonnement et d'étude pour les géologues. Sans entrer dans la discussion à laquelle la classification des couches de cette formation pourrait donner lieu, nous ferons simplement connaître au lecteur la situation des salines.

Elles sont toutes placées dans la zone calcaire du versant occidental des Alpes qui s'étend en arc de cercle depuis la longitude de Vienne jusqu'à celle de Grenoble. Le *Salzkammergut* en occupe le milieu à l'endroit de la plus grande largeur qui est d'environ 50 kilomètres; il est traversé par la petite rivière de la *Traun*, qui coule encaissée à l'ombre des cimes couvertes de neige du *Dachstein* et fait communiquer les lacs profonds d'*Alt-Aussee*, de *Hallstadt* et de *Gmunden*. C'est au bord de la Traun que sont les usines à sel; les mines elles-mêmes débouchent dans les vallées voisines, à une grande hauteur au-dessus du cours d'eau. Les gisements de sel, affectent tantôt la forme d'amas remplissant des bassins ayant la configuration d'une coupe, comme à Hallein et à Hall; tantôt ils paraissent de véritables stocks illimités en profondeur, comme à Hallstadt et à Ischl. Ils sont partout recouverts directement par le calcaire, et leur présence entraîne celle d'amas plus ou moins puissants de gypse.

Situation des trois salines du Salzkammergut. Leur relation avec des amas gypseux. — La saline d'Ischl est située dans une vallée montant du nord-ouest au sud-est le long du Salzbach jusqu'au delà de Bernegg, où l'on exploite du gypse. Le dépôt salifère affecte la forme d'un cône très-aplati plongeant vers le sud, en sens contraire des couches calcaires; il résulte de là que la longueur des galeries d'exploitation qui font communiquer les différents étages

avec le jour, augmente avec la profondeur (Pl. I, *fig.* 1).

Le stock s'étend en largeur de l'est à l'ouest; sa largeur à la dernière galerie est d'environ 100 mètres, et sa longueur atteint près de 800 mètres.

La saline d'Aussee n'est distante de celle d'Ischl que de 4 kilomètres en ligne droite; des massifs gypseux affleurent dans l'intervalle à Hütteneckalpe et le long du Stambach. La direction des travaux est du sud au nord; le gîte semble former une couche qui s'enfonce sous les calcaires d'Hallstadt et repose directement sur les schistes de Werfen.

La saline (en allemand Salzberg) d'Hallstadt affleure dans une vallée montant de l'est à l'ouest, au milieu des masses calcaires d'Hallstadt et du Dachstein dont les parois escarpées se prolongent jusqu'au lac, mettant à nu leur stratification. Le Salzberg s'élève directement depuis le bord du lac à $512^{m}.87$ au-dessus de la surface des eaux, qui est elle-même à $512^{m}.24$ au-dessus du niveau de la mer, d'après MM. de Humboldt et de Buch. La forme générale du gîte (Pl. I, *fig.* 2) est celle d'un stock encaissé dans le calcaire et dont l'inclinaison paraît être vers le sud. Les travaux sont dirigés de l'est vers l'ouest; de ce côté ils pénètrent au-dessous des couches jurassiques du Plassen.

Aspect et composition du gite. — Dans les différents gîtes des Alpes, le sel ne se trouve que rarement à l'état de sel gemme; il est d'ordinaire mêlé à de l'argile et à de la marne, auxquels on a donné le nom de Salzthon. Cette argile salifère est plastique, d'un aspect gris noirâtre ou quelquefois bleuâtre; elle se délite à l'air. Elle est pénétrée de sel gemme et de gypse. Le sel est grenu, gris ou rougeâtre par places; il est mêlé de gypse soit hydraté, soit anhydre. Le sel et le gypse se présentent en général sous forme de grains cristallins, mais ne forment ni filaments ni cristaux. On y trouve mêlés de la magnésie, de la glaubérite, de la muriacite, de la polyhalite, et, de plus, des morceaux anguleux de calcaire et même d'assez grandes lentilles d'un

grès quartreux rouge ou blanc (*). J'ai observé qu'en certains endroits, dans la saline d'Ischl, le sel se présente sous forme de débris, de morceaux à arêtes vives, de la grosseur d'une noix, qui sont entourés de toutes parts par l'argile salifère (Pl. I, *fig.* 3). Ces morceaux ont des couleurs variées; les uns sont gris, d'autres rouges, d'autres jaunes; ils tapissent quelquefois les parois des galeries, comme une resplendissante mosaïque.

Mais le plus souvent le sel et l'anhydrite forment des veines qui donnent à l'argile salifère un aspect sédimentaire très-prononcé. Les couches alternatives de sel et d'argile dont la tranche présente l'aspect indiqué dans la *fig.* 4, sont extrêmement irrégulières et ne peuvent être suivies sur de grandes étendues.

On rencontre çà et là, soit des amas de gypse, soit des amas de sel gemme. Vers les confins du gîte se trouvent fréquemment de gros blocs de calcaire, enfouis dans l'argile, et qui paraissent provenir du toit. La présence du bitume a été constatée sur plusieurs points; on trouve même à Hallstadt comme à Wieliczka, en Pologne, du *Knistersalz*, variété de sel à gros grains qui contient de l'hydrogène carboné comprimé entre ses feuillets.

Lebergebirge et Haselgebirge — Les gîtes salifères sont enveloppés comme par un manteau de marne et d'argile privées de sel, et riches en gypse et en anhydrite par compensation. Cette couche est schisteuse, compacte et luisante, on la nomme quelquefois *glanzschiefer;* habituellement on lui donne le nom de *lebergebirge*, à cause de sa couleur brun rouge et de son aspect qui sont ceux du foie des animaux. La marne contenant des grains ou des morceaux de sel se nomme *haselgebirge*. Le lebergebirge enveloppe généralement le haselgebirge; c'est une portion de l'argile salifère qui a été dessalée par l'action des eaux

(*) Lipold. *Géolog. Reichanstalt*, 1854.

superficielles, surtout vers les affleurements; le sel en se dissolvant a produit dans la masse du lebergebirge un affaissement progressif auquel il faut attribuer sa compacité et ses surfaces de glissement.

Il est très-difficile d'indiquer d'une manière un peu précise la composition d'un amas salifère à cause de la grande variété que présentent ses différentes parties. L'ouvrage de Karsten intitulé *Salinenkunde* fait mention des analyses suivantes publiées par M. Schafthaütl (*Münchener gelehrt Anzahl*, 1844.)

Analyse de l'argile salifère du Salzkammergut.

Silice	45,50	Argile	60,50
Alumine	15,00		
Magnésie	12,83	MgO, CO²	26,56
Acide carbonique	13,73		
Pyrite de fer			9,38
Bitume			2,35
Chlorure de sodium			1,06
			99,85

Analyse de la marne salifère (Haselgebirge).

Carbonate de chaux	42,400	Composition de la dolomie.
Carbonate de magnésie	34,095	
Argile	14,300	
Bitumes	5,500	

Richesse moyenne. — Cependant on peut fixer approximativement la richesse moyenne des parties exploitées du gîte, en laissant de côté les amas de sel gemme d'une part et les amas de gypse de l'autre. La richesse en chlorure de sodium ainsi évaluée est de 50 à 55 p. 100 à Ischl, de 80 à 90 p. 100 à Aussee, de 70 à 75 p. 100 à Hallstadt.

Dislocations. — L'absence complète des fossiles dans les gîtes salifères des Alpes ne permet guère de considérer ces dépôts de sel comme le résultat de l'évaporation des eaux de la mer. On admet généralement aujourd'hui que ce sont, comme les gîtes des Pyrénées et de l'Algérie, des dépôts

adventifs liés aux dislocations nombreuses des couches qui les renferment. L'examen physique et géologique de l'emplacement des salines rend ces dislocations évidentes dans le Salzkammergut ; quelques-unes d'entre elles se sont produites avant l'époque où le sel s'est déposé ; d'autres ont eu lieu sans doute pendant cette période même, d'autres enfin sont postérieures.

Plasticité et cohérence du gîte. — Ces dernières se sont traduites par des repliements de couche et des contournements très-nombreux ; l'extrême plasticité de la masse lui permettait de céder sans rupture a tous les mouvements de terrain qui n'affectaient que de petites étendues ; mais, dans ces mouvements, les amas de sel et des blocs calcaires contigus au gite ont été quelquefois réduits en fragments qui se sont, pour ainsi dire, incorporés dans la pâte.

Nous allons voir, en étudiant spécialement l'exploitation de la saline d'Hallstadt, que cette manière d'être particulière du gite, à la fois malléable et cohérent, crée certaines difficultés dans l'établissement des galeries, mais permet, en revanche, l'ouverture d'immenses cavités utilisées pour l'extraction du sel.

§ II. *Divers modes d'exploitation. — Principes du lavage. — Disposition générale des travaux.*

Trois modes d'exploitation. — L'exploitation du gîte se fait d'une manière simple et originale, dont l'invention, qui remonte à plusieurs siècles, a seule permis de retirer avec avantage le sel intimement mélangé à l'argile. On recueille dans les parties hautes de la saline les eaux douces qui jaillissent naturellement du calcaire où qui découlent des hauteurs environnantes. Ces eaux sont ensuite amenées par des canaux dans de vastes chambres creusées au milieu du gîte ; elles corrodent l'argile salifère, se saturent peu à peu de sel, et puis s'écoulent hors de la mine par des galeries à travers banc percées à différents niveaux dans la montagne.

La situation des salines favorise partout, dans le Salzkammergut, ce facile écoulement. Le procédé d'exploitation employé consiste donc à lessiver l'argile salifère par un courant d'eau. Ce courant peut être continu ou discontinu ; on peut, dans une chambre, admettre de l'eau jusqu'à saturation et puis faire écouler l'eau saturée tout d'un coup ; on peut aussi faire sortir de l'eau à mesure qu'on en introduit de nouvelle et régler la sortie et l'introduction de façon que l'eau qui s'écoule soit toujours saturée de sel. De là deux méthodes d'exploitation : le lavage discontinu et le lavage continu.

On exploite en outre accessoirement du sel gemme par une troisième méthode, par la méthode ordinaire d'abatage.

Des deux méthodes de lavage, la première est la plus ancienne ; la seconde est une innovation récente qui n'est encore employée qu'à titre d'essai. Elle est fort peu connue et peu comprise jusqu'ici ; mais les avantages qu'elle semble promettre me font un devoir de l'étudier dans ce mémoire, à l'égal de l'ancienne méthode.

Conditions du lavage ordinaire. — Les trois modes d'exploitation se rencontrent simultanément dans la saline d'Hallstadt. Avant de les décrire chacun en particulier, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur l'exploitation par lavage continu, dont les exigences ont déterminé la direction de tous les travaux exécutés dans la mine.

Considérez, au milieu du gîte, une vaste cavité dont le plafond parfaitement horizontal est pétri de sel, et dont le fond est composé d'argile dessalée ; supposez à cette chambre une hauteur quelconque, de quelques mètres, et introduisez-y de l'eau douce par une ouverture pratiquée au plafond. Cette eau tombe sur le limon qui couvre le fond de la chambre, dissout le sel qui tapisse l'argile des parois latérales, ronge peu à peu ces parois en même temps que son niveau s'élève, et se sature de plus en plus. Les couches

d'eau saturées, plus denses, se tiennent alors au fond de la chambre ; par-dessus s'élève une série continue de couches d'eau plus ou moins saline, superposées par ordre de densité, de telle façon que la couche supérieure est de l'eau pure, ou au moins l'eau la moins salée.

Admettez qu'on introduise l'eau douce assez rapidement pour que la couche supérieure ne soit pas arrivée au point de saturation quand elle atteint le plafond de la chambre. A partir de ce moment, l'eau se sature principalement aux dépens du sel qui tapisse le plafond ; celui-ci s'élève peu à peu, tandis que l'argile tombe au fond de la chambre, et au bout d'un certain temps la dissolution se sature au point voulu ; on cesse alors l'introduction de l'eau douce, et l'on fait écouler l'eau saturée hors de la chambre. Voilà une période de lavage complète.

Forme de la chambre.—Quelle transformation la chambre a-t-elle subie pendant ce temps? Elle s'est déplacée en hauteur, son plafond et son plancher s'étant tous deux élevés. D'autre part, son diamètre a augmenté ; car l'eau douce introduite a rongé plus ou moins les parois de la chambre primitive ; de plus la corrosion du gîte au plafond s'est opérée à la fois dans le sens vertical et dans le sens horizontal. Donc, à un niveau quelconque, le diamètre de la chambre a augmenté. Cette augmentation n'est pas la même partout ; les couches liquides supérieures étant moins chargées de sel que les couches inférieures, en dissolvent nécessairement davantage dans le même temps ; donc la chambre s'évase par le haut. Nous considérerons provisoirement sa forme comme celle d'un tronc de cône renversé, dont l'angle des génératrices avec l'horizon serait voisin de 45 degrés.

Anciennes exploitations. — L'exploitation du sel, à Hallstadt, remonte au temps des Romains ou même des Celtes ; mais la méthode du lavage y fut importée seulement vers l'an 1311 par des mineurs venant de Hall, en Tyrol.

Les travaux ne furent pas d'abord très-réguliers. Après avoir percé une galerie principale, on établissait, en poussant çà et là des galeries secondaires, des chambres de dissolution, partout où la place promettait d'être riche. L'eau douce introduite par une ouverture quelconque les agrandissait d'une façon très-irrégulière sans qu'on songeât à y mettre obstacle, et souvent deux ou même trois chambres se réunissaient latéralement et formaient un immense espace vide, dont le plafond s'est par bonheur, d'ordinaire, et admirablement maintenu, malgré l'absence de tout soutien.

Solidité du plafond. — C'est une chose très remarquable que cette solidité du plafond des chambres qui n'éprouvent ni rupture ni affaissement sensible sur des étendues de plus de 3.000 mètres carrés (*). Le sel paraît agir à l'égard de l'argile comme un véritable ciment; il lui donne sa consistance extraordinaire. Mais, quand on a vidé la chambre, le plafond se dessèche et se délite rapidement; aussi ne peut-on pas interrompre l'exploitation d'une chambre pendant plus de cinq ou six mois. On est dans l'habitude de remblayer les chambres, une fois qu'elles sont exploitées sur toute la hauteur voulue.

Règles générales de l'exploitation. — Voici, en quelques mots, quelles sont les règles de l'exploitation adoptées actuellement:

1° On exploite le gîte de haut en bas par étages distants de 20 klafter ($37^{m},92$).

2° Dans chaque étage on exploite de bas en haut, et l'on procède depuis les limites du champ, en se retirant vers la galerie d'exploitation.

(*) J'ai fait en bateau, à Aussee, le tour d'une chambre de dissolution servant momentanément de réservoir d'eau salée. Le plafond en avait 3.200 mètres quarrés de superficie. Il ne présentait pas de traces de failles ni d'éboulements; la surface en était horizontale, parfaitement unie et toute brillante de cristaux de sel enchevêtrés.

3° On exploite ordinairement plusieurs étages à la fois. Dans ce cas, les chambres doivent être superposées sur toute la hauteur du gîte, en laissant entre elles des piliers d'égale largeur qui pourront plus tard être exploités. Cette disposition est représentée dans la *fig.* 5. Anciennement, il était de règle de croiser les chambres (*fig.* 6) ; mais cette dernière disposition est maintenant considérée avec raison comme vicieuse (*) ; *aa* sont autant de parties faibles, sujettes à rupture.

Disposition de la mine de Hallstadt. Étages. Galeries. — Entrons maintenant dans le détail de l'exploitation. La saline de Hallstadt est divisée en neuf étages communiquant entre eux par quelques puits verticaux, et aboutissant chacun à la surface du Salzberg par une galerie principale d'écoulement nommée *Stollen*. La *fig.* 2, Pl. I, fait voir très-clairement la disposition générale. Les différents stollen énumérés, en allant de bas en haut, portent les noms des empereurs et des impératrices d'Autriche suivants : Marie-Thérèse, Christine, Joseph, Léopold, Maximilien, Catherine-Thérèse, Charles et Ferdinand. Des sources d'eau douce jaillissent dans le calcaire en *a* et en *b*, etc., et leurs eaux sont recueillies dans les galeries supérieures. Une partie s'écoule librement hors de la mine, l'autre est distribuée dans les étages inférieurs. Chaque stollen aboutit, au jour, à une maison habitée par un surveillant, où se réunissent les ouvriers qui doivent par là pénétrer dans la saline.

Puits verticaux et inclinés. — Les communications d'un étage à l'autre sont beaucoup moins fréquentes que les communications avec le jour aux différents niveaux. Les puits verticaux servent principalement aux transports des matériaux, déblais ou remblais ; nous aurons l'occasion de les décrire plus tard en parlant de l'extraction du sel gemme.

(*) Huyssen. *Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinen wesen*. pr. Carnall, tome II, 1855. Berlin.

Mais il existe un autre mode de communication très-fréquent entre deux étages consécutifs: ce sont des puits inclinés nommés *sinkwerk*, munis d'escaliers en bois, et dont chacun débouche dans une chambre de dissolution; ces puits, dont l'inclinaison est d'environ 45 degrés, servent à l'introduction de l'eau dans les chambres; leur largeur ne dépasse guère 1 mètre.

Il subsiste encore quelques puits inclinés munis d'escaliers plus larges destinés à faire communiquer des galeries principales; à côté de l'escalier se trouve un plan incliné nommé *rolle* ou *rutschbahn* (Pl. I, *fig.* 7), le long duquel l'ouvrier glisse pour arriver au bas en quelques secondes; il s'assied en *a*, ses pieds posant en *bb*, et se sert de la corde *c* comme d'un frein, en la laissant glisser plus ou moins vite sous le solide gant de peau dont sa main droite est revêtue.

Chambres de dissolution. — Les neuf étages actuellement exploités contiennent plus de cent chambres de dissolution. La plupart sont concentrées dans les trois étages de l'impératrice Catherine-Thérèse, de l'empereur Joseph et de l'empereur Léopold. On en compte trente-trois dans l'étage de l'impératrice Catherine-Thérèse; sur ce nombre plusieurs se sont réunies par l'action dissolvante de l'eau, de sorte qu'il n'y en a plus que vingt-quatre distinctes. Dans ce même étage trente et une chambres ont déjà été entièrement exploitées, et huit sont préparées pour qu'on puisse y opérer le premier lavage. Il y a à peu près autant de chambres dans l'étage de l'empereur Joseph. On en compte jusqu'à cinquante-cinq dans l'étage de l'empereur Léopold, où il n'y en a pas d'entièrement exploitées; il y a de plus vingt-huit chambres préparées ou au moins projetées.

Plan général d'un étage à Hallstadt. — Ces chambres ne sont pas disposées d'une manière très-régulière; on peut en juger par le plan de l'étage de l'impératrice Catherine-Thérèse représenté *fig.* 8. Elles suivent cependant de plus ou moins près le plan général tracé, Pl. I, *fig.* 9.

Les deux réseaux de galeries AB, marqués l'un en traits continus, l'autre en traits longs, sont distants de 38 mètres. Les chambres C sont placées entre ces deux réseaux dont l'intervalle constitue un étage. Cet étage est généralement désigné par le nom du stollen supérieur, soit A. Chaque galerie contient deux conduites en bois, l'une pour l'eau douce, l'autre pour l'eau salée; et chaque réseau sert à la fois à distribuer l'eau douce aux chambres de l'étage inférieur et à recueillir l'eau salée de l'étage supérieur. Pour l'étage ici considéré, A est le réseau distributeur, B le réseau récepteur. Les galeries, toujours boisées dans l'argile salifère, ont une pente assez forte pour donner un facile écoulement à l'eau qui circule dans les conduites (cette pente varie de 1/50 à 1/30); elles sont tracées en vue de cet écoulement et de façon à embrasser tout le gîte.

Les chambres de dissolution s'étendent à droite et à gauche de chaque galerie *b*, avec laquelle elles communiquent à la partie inférieure par une courte galerie *d* nommée *Ablassofen*, qui sert à l'écoulement de l'eau salée. L'eau douce amenée au-dessus de la chambre par la galerie *a* et le rameau *e*, y pénètre par le sinkwerk.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que les deux réseaux parallèles pourraient sans inconvénient se confondre en projection horizontale. Cette disposition serait même avantageuse; car en préservant les galeries de la trop grande proximité des chambres par les moyens que nous indiquerons plus tard, on ferait de la partie inexploitée un système de murs solides contenant de 40 en 40 mètres les réseaux des divers étages, qui serait comme la carcasse de l'édifice souterrain.

Les chambres ont généralement une forme allongée plus ou moins voisine de celle d'une ellipse dont le grand axe serait sur le prolongement de l'ablass-ofen. Leur dimension varie beaucoup, suivant l'avancement du lavage et la richesse du gîte. On peut prendre pour la largeur moyenne

au plafond d'une chambre en pleine exploitation le chiffre de 80 mètres; mais, nous le répétons, cette largeur est extrêmement variable dans les anciens travaux.

Plan général d'un étage à Ischl. — La disposition des réseaux varie essentiellement avec la forme du gîte. On peut en juger par le plan général représenté Pl. I, *fig.* 10, d'après lequel on conduit maintenant l'exploitation à Ischl.

La saline a huit étages, dont quatre sont déjà complétement exploités et abandonnés. L'étage inférieur est seul indiqué sur notre plan; il communique avec le jour par une longue galerie A, à travers banc. Cette galerie traverse le gîte dans sa petite largeur, et se bifurque pour longer à droite et à gauche les limites du champ. Une seule chambre occupe toute la largeur du gîte; l'intervalle de deux chambres est égal à leur propre largeur qui est d'environ 40 mètres.

Quelle que soit la disposition générale, il est de règle de commencer l'exploitation des chambres par les plus éloignées (soit *aa*), et de finir par les plus rapprochées de la galerie principale (soit *mm*).

§ III. *Percement des galeries. — Boisage. — Muraillement.*

Travail à la poudre. — Les mineurs se servent de la poudre pour avancer dans le calcaire, la marne dure, l'anhydrite et le sel gemme. Ce mode de travail est trop connu pour que nous nous arrêtions à le décrire. L'épinglette a été prohibée, à cause des dangers d'explosion que son emploi entraîne parmi les mineurs imprudents. Elle est remplacée par la mèche Bickford qui fournit, outre les avantages de la sécurité, une économie sur le temps nécessaire pour préparer les engins d'allumage. La poudre est d'ordinaire versée directement dans le trou de mine; la cartouche n'est pas obligatoire.

L'avancement dans l'anhydrite exige par mètre courant, sur 1^{m},90 de hauteur et 1 mètre de largeur, de 25 à 50 postes d'ouvriers de huit heures de durée. La quantité de

poudre brûlée varie de 6 à 8 kilogrammes ; la ténacité de l'anhydrite ne permet pas d'y faire des trous de mine de plus de $0^m,25$ de profondeur.

On se sert aussi de la poudre dans la marne dure et compacte ; pour avancer de 1 mètre il faut de 16 à 24 postes d'ouvriers et de 4 à 5 kilogrammes de poudre. Nous parlerons plus loin d'une manière spéciale de l'avancement dans le sel gemme.

Travail au pic. — Quand la roche n'est pas dure, on se sert du pic, principalement dans la marne ordinaire et dans l'argile. L'outil est plus léger qu'il n'est de coutume dans les mines ; son poids ne dépasse guère 2 kilogrammes ; c'est que la ténacité et la cohésion de l'argile et de la marne, mais surtout de l'argile qui est plastique, exigent de la part de l'ouvrier plus d'adresse que de force ; il faut un tour de main particulier pour arracher l'argile à elle-même. La *fig.* 11, Pl. I, représente un pic du poids de 2 kilogrammes, et la *fig.* 12 un pic à manche plus long du poids de 1 kil. 1/2.

Deux ouvriers travaillent généralement ensemble pour une galerie ; l'un travaille sur sa droite, l'autre sur sa gauche, et ils amènent tout de suite la galerie aux dimensions voulues. Quand on veut accélérer l'avancement, les deux ouvriers percent la galerie sur une section moindre que la section définitive de 1 ou 2 pieds en tous sens ; d'autres ouvriers placés en retrait travaillent simultanément pour finir la galerie préparée par les premiers.

L'avancement varie dans des limites assez étendues. Pour percer 1 mètre courant de galerie d'environ 2 mètres de hauteur et 1 mètre de largeur, il faut six à sept postes d'ouvriers travaillant pendant huit heures, quand l'argile est facile à entailler et la marne délavée (lebergebirge). Il faut jusqu'à dix-huit postes quand la marne est dure, salée et gypseuse.

Travail par l'eau. — Un troisième mode de travail, d'une

grande importance aujourd'hui, est tout à fait particulier aux salines : c'est le travail par jets d'eau inventé par M. Ramsauer, *Bergmeister* à Hallstadt, dont les premiers essais datent de 1841 (*).

Le principe de ce mode de travail consiste dans la dissolution du sel qui cimente les parties argileuses. Il peut servir pour toute espèce d'avancement à obtenir dans le gîte salifère, soit qu'il s'agisse d'obtenir du sel gemme, soit qu'il faille creuser des puits.

Pour pousser une galerie, on embranche sur la conduite d'eau douce la plus proche une conduite secondaire *ab* terminée par un tuyau vertical *bc*. La conduite est formée d'une série de tuyaux en bois emboîtés les uns dans les autres et reposant sur des cales. Le tuyau vertical *bc* est calé contre le plafond et muni d'une pomme d'arrosoir : par là, l'eau s'échappe en faisceaux divergents, vient frapper la paroi opposée et la ronge peu à peu ; en même temps un jet puissant opère la sous-cave à la partie inférieure (*fig.* 13).

On varie un peu cette disposition en perçant simplement le tuyau *bc* de trois ou quatre orifices (*fig.* 14).

Dans tous les cas, il faut que les galeries aient une certaine pente suivant laquelle l'eau salifiée s'écoule au fur et à mesure ; on ne peut donc les commencer indifféremment d'un côté ou de l'autre. L'eau s'écoule sur le sol des galeries jusque dans le stollen ; on l'y recueille dans un conduit principal aboutissant aux chambres de dissolution dans lesquelles cette eau achève ensuite de se saturer. De temps en temps, à mesure que la galerie avance, on ajoute une rallonge au conduit *ab*.

On opère absolument de la même manière pour faire les entailles latérales des massifs de sel gemme à abattre. (Voyez § IV.)

(*) Ils ont été décrits en 1855 par M. Huyssen, de Berlin, dans le « *Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinen Wesen,* » von R. v. Carnall, t. II.

On conçoit qu'ayant à sa disposition des conduites pour amener l'eau pure, des conduites pour emmener l'eau salée, on peut se servir de l'eau pour exécuter toutes sortes de travaux. On peut l'employer pour creuser un puits, soit de haut en bas, soit de bas en haut, entre deux galeries superposées.

Pour creuser des puits de haut en bas, on commence par faire un trou de sonde *ab* suivant l'axe du puits afin de donner un écoulement aux eaux. Puis on installe un tuyau *cd* (Pl. II, *fig.* 1) terminé par une caisse en bois *m* percée d'orifices latéraux.

L'eau douce arrive par un conduit, coule dans l'entonnoir qui surmonte le tube vertical et de là dans la caisse. Elle s'en échappe ensuite en jets divergents qui rongent la paroi de sel, suit le trou de sonde qu'elle élargit de plus en plus, et se rassemble enfin dans un réservoir placé dans la galerie inférieure. De là on la conduit dans une chambre de dissolution en activité. Les parois ainsi obtenues offrent souvent des aspérités ou des protubérances de gypse et d'argile que l'eau n'a pu enlever. Il faut les faire disparaître pour régulariser l'opération et éviter des obstructions dans le canal d'échappement de l'eau. On se ménage pour cela les moyens de descendre dans le puits en établissant, soit des échelles, soit un échafaudage, soit encore en suspendant une benne à la corde d'un treuil : un mineur armé d'une hache ou d'un pic peut alors enlever les inégalités de la surface.

On peut aussi creuser un puits de bas en haut, mais l'opération est moins commode. On amène alors l'eau douce par la galerie inférieure dans un conduit vertical par lequel doit s'élancer un jet puissant (Pl. II, *fig.* 2). Cette eau ronge le plafond et les parois du puits et retombe dans la galerie inférieure. Le tuyau vertical doit être solidement maintenu par des madriers : ceux-ci sont convenablement encastrés



dans les parois, pour ne pas être déchaussés par l'action corrosive des eaux.

Il va sans dire que, dans les deux méthodes, on allonge le tuyau vertical suivant l'avancement.

En général, il n'est pas nécessaire qu'un ouvrier travaille dans le puits pendant le cours du percement; si l'eau ne rencontre pas de grands amas de matières insolubles qu'il faille enlever au pic, on peut attendre qu'elle ait fini son travail pour égaliser ensuite les parois. Le deuxième méthode est seule praticable quand on ne peut disposer librement de la galerie supérieure.

Les premiers essais de percement par l'eau furent couronnés de succès dès l'abord, et ce genre de travail, extrêmement économique, se développa rapidement. En 1851, on avait déjà creusé par le moyen de l'eau 8.690 mètres cubes, et l'on avait obtenu une épargne totale de 86.785 francs sur la main-d'œuvre et de 843 francs sur le matériel.

D'après cela, l'épargne par mètre cube est la suivante :

	fr.
Épargne sur la main-d'œuvre.	9,976
Épargne sur le matériel.	0,097
Épargne totale.	10,073

On se sert principalement de l'eau pour creuser des galeries très-étroites, comme celles des digues (Wehr), dont nous parlerons plus tard. Nous verrons alors que le travail par l'eau procure une épargne qui dépasse 40 p. 100.

La rapidité de l'avancement dépend de la salure du gîte et de la quantité d'eau dépensée. Dans l'appareil représenté Pl. I, *fig.* 13, pour le percement des galeries, chaque orifice *d* dépense en vingt-quatre heures environ 30 mètres cubes (il y a trois orifices *d* sur un même tuyau transversal), et la pomme d'arrosoir *oo* environ 75; cela fait en tout 163 mètres cubes d'eau. L'avancement correspondant est de 1 à 2 mètres par semaine. L'eau qui s'écoule contient de 2 à 5 p. 100 de sel.

Revêtement des galeries. — Le revêtement des galeries dépend de la nature du terrain qu'elles traversent. Elles sont généralement voûtées dans la marne compacte, dans le Lebergebirge, boisées dans l'argile salifère. Dans le calcaire il n'y a le plus souvent pas besoin de revêtement.

Boisage. — Le bois est d'un emploi très-fréquent, non-seulement à cause de son abondance, mais surtout parce que le sel a la propriété de le conserver.

Dans les galeries ordinaires percées dans un milieu solide, le système de boisage est fort simple. Il consiste en deux montants surmontés d'un chapeau (Pl. II, *fig.* 3) ; les semelles *ss* sont souvent réunies par une longrine ; ce cas se présente dans toutes les galeries de roulage.

Des planches juxtaposées réunissent quelquefois les cadres.

Le salaire du charpentier est de 1f,80 par mètre courant ; le bois employé consiste en 18 demi-madriers de 0m,21 d'épaisseur et de 2 mètres de long, valant 80 centimes la pièce entière. Cela porte le prix du boisage à 9 francs par mètre courant, savoir :

	fr.
Salaire du charpentier.	1,80
18 demi-madriers à 0f,40.	7,20
Prix du mètre courant de boisage . .	9,00

Maçonnerie. — Un pareil boisage serait insuffisant dans le Lebergebirge où l'argile, ayant perdu le sel qui la cimentait, exerce sur les galeries des pressions énormes. Ces pressions ne s'exercent pas d'une manière subite, mais permanente ; elles ont complétement refermé d'anciennes galeries abandonnées. Dans ce terrain, on muraille les galeries en leur donnant une section ovale composée de quatre arcs de cercle raccordés. Suivant la pression du terrain, on donne à la maçonnerie des voûtes 0m,63 ou 1m,26 d'épaisseur ; des moellons bruts forment le remplissage entre la maçonnerie et les cadres (Pl. II, *fig.* 4).

Le prix du muraillement varie dans des limites assez étendues suivant la nature des matériaux employés, suivant l'épaisseur donnée à la maçonnerie et la distance au jour. Il se complique du prix de l'ouverture des galeries ou de leur agrandissement. L'exemple suivant permettra au lecteur de s'en rendre un compte exact: c'est un avant-projet de maçonnerie à exécuter en 1861 dans la mine d'Hallstadt.

Prix de revient du mètre courant d'une galerie maçonnée en moellons.

	mètres.
Contour de l'intrados.	6,25
Épaisseur à la clef.	0,63
	mètres cubes.
Volume de maçonnerie.	4,190

(La galerie à maçonner est ouverte dans l'argile compacte et dans le gypse; elle doit conserver, après le muraillement, sa section actuelle. Il faut donc l'élargir avant de maçonner.)

1° *Prix de l'élargissement.*

	fr.
18 postes d'ouvriers de 1re classe à 1 franc.	18,00
18 postes d'ouvriers de 3e classe à 0f,65.	11,70
1 kilogramme de poudre à 1 franc.	1,00
Demi-paquet de mèches à 0f,60.	0,30
Total.	31,00

2° *Prix de la maçonnerie.*

Transport des pierres et du mortier sur une longueur de 600 mètres de galeries montantes.

		fr.
20 postes d'ouvriers de 3e classe à 0f,65.		13,00
Façon du mortier et de la maçonnerie.		
16 postes d'ouvriers à 0f,65.		10,40
4 mètres cubes de moellons à 2f,50 le mètre cube.		10,00
Mortier.	200 litres de chaux hydraulique à 1f,52 l'hectolit.	3,40
	200 litres de chaux éteinte à 1f,30 l'hectolitre. . .	2,60
	400 litres de sable à 0f,38.	1,52
Total.		40,92

Prix de revient du mètre courant.

Pour l'élargissement et la maçonnerie. 71,92

Prix de l'avancement. **— Voici les prix de l'avancement et de l'agrandissement des galeries dans les différentes espèces de terrain :**

NATURE DE LA ROCHE.	PRIX PAR MÈTRE CUBE de déblai.	
	Avancement.	Élargissement.
	fr.	fr.
Haselgebirge compacte, dur:		
Y compris l'extraction	12,35	5,50
Non compris l'extraction	11,75	»
Haselgebirge tendre	9,10	4,40
Calcaire (Stollen de l'Empereur Joseph)	23,80	11,75
Gypse	15,80	8,80
Sel gemme compacte (körngebirge)	16,00	10.25

Voûtes en bois. — On a fait à Hallstadt, en 1844 et 1845, des essais variés pour revêtir les galeries exposées à de fortes pressions, de pièces de bois taillées en voussoirs, et disposées en voûtes elliptiques ou ovales. Des essais analogues ont été faits à Hallein et à Ischl. Les différentes dispositions employées peuvent se ramener à deux types : dans l'un les pièces de bois formant voussoirs supportent la pression dans le sens longitudinal des fibres (*fig.* 5) ; dans l'autre, elles supportent la pression transversalement aux fibres (*fig.* 6). En même temps la voûte se compose d'une série d'arcs indépendants dans le premier mode de boisage, tandis que les voussoirs se croisent dans le second comme dans les voûtes en maçonnerie.

Le premier système est le moins solide ; les voussoirs se fendent dans le sens de la longueur, et la voûte est ruinée au bout de trois ou quatre années.

C'est aussi le plus coûteux. Voici quels sont en effet les prix de revient de semblables voûtes à Hallstadt :

Boisage n° 1.

	fr.
Main-d'œuvre par mètre courant.	37,75
Bois	37,25
Total	75,00

Boisage n° 2.

	fr.
Main-d'œuvre par mètre courant.	24,05
Bois.	37,25
Total.	61,30

L'emploi du bois au lieu de pierre est justifié dans les salines par la facilité avec laquelle il se conserve, et par son abondance. Mais comme le calcaire ne fait pas défaut non plus, l'économie ne s'est pas trouvée du côté des voûtes en bois ; le mètre courant de maçonnerie à la chaux hydraulique de 0^m,63 d'épaisseur ne revient pas, en moyenne, à plus de 50 francs (non compris l'élargissement). La maçonnerie a également plus de durée : on estime que la voûte boisée n° 2 ne peut subsister plus de dix années, et c'est la plus solide. Au contraire, des maçonneries établies en 1837 dans une galerie nommée Landsteiner-Kehr (étage de l'empereur Joseph), et en 1840, dans une autre nommée Rosa-Kehr (étage de l'impératrice Christine), au milieu d'un terrain soumis à une très-forte pression, se sont trouvées dans un état de conservation parfait au bout de quinze ans. On peut citer encore d'autres exemples où la maçonnerie a mieux résisté que le bois, et l'on paraît devoir renoncer à de nouveaux boisages de cette sorte ; M. Ramsauer (*), bergmeister à Hallstadt, n'hésite pas à donner la préférence aux maçonneries.

§ IV. *Exploitation du sel gemme.*

Places d'extraction. — Le sel gemme n'a été trouvé jusqu'à présent qu'en petite quantité et par amas isolés. On découvre ces amas en perçant les galeries, et surtout en exploitant les chambres de dissolution. Dans ce dernier

(*) La relation des essais qu'il a dirigés est consignée dans les *Annales de l'École des mines* de Vordernberg, sous le titre : *Stöckelmaur ung (Jahrbuch der Vordernberger Montan Lehranstalt*, 3 *bis*, *Jahrgang*, page 132).

cas, on se garde de dissoudre le sel; on préfère l'obtenir en morceaux. C'est ainsi qu'on exploite actuellement le sel gemme dans trois anciennes chambres de dissolution, portant les noms de *Colmani Werk*, de *Scholdau Werk* et de *Lebenstock Werk*.

Ces chambres sont toutes trois placées entre le niveau du stollen de l'impératrice Catherine-Thérèse et celui du stollen de l'empereur Léopold.

Abatage. — L'abatage se fait par grandes tailles sur une hauteur variable de 2 à 4 mètres; on n'a pas encore été mis dans le cas d'abattre sur une hauteur plus grande, tant les masses de sel gemme sont circonscrites.

On prépare le massif à abattre (Pl. II, *fig.* 7) en menant deux galeries *m*, *n*, de $0^m,50$ de largeur, perpendiculairement à la galerie ou à la paroi de la chambre AB; on isole ainsi sur trois côtés un parallélipipède de sel de 4 mètres de côté. La surface à dégager est donc de 16 mètres quarrés au plafond. Le massif de sel ainsi limité s'exploite en quatre reprises. On commence par mener la galerie médiane *ab*, et l'on exploite le massif partiel n° 1 qui a 2 mètres de front. On exploite ensuite le massif n° 2, puis les massifs n° 3 et n° 4. On fait la même série d'opérations sur la masse de sel contiguë.

Modes de travail. — Le travail se fait partie à la poudre, partie au moyen de jets d'eau. Le pic n'a plus qu'un usage restreint; il sert accessoirement pour casser les morceaux de sel abattus, et les rendre transportables.

C'est au moyen de coups de mine préparés au plafond, de distance en distance, que se détermine l'abatage: la profondeur des trous de mine est de $0^m,30$; nous avons dit qu'on ne se sert plus de l'épinglette, mais de la mèche Bickford. Quant aux galeries *ab*, *m*, *n*, on les perce au moyen de jets d'eau, par le procédé que nous avons indiqué pour le percement des galeries. (Voir § III.)

Avancement. Frâis. — Trois ouvriers travaillent ensemble pour débiter un grand massif contenant 64 mètres cubes de sel (environ 134 tonnes), ils mettent trois mois à l'exploiter. Chaque ouvrier travaillant pendant 48 heures par semaine (voir plus loin, § IX); les 134 tonnes de sel exigent $3 \times 12 \times 48$ heures de travail; une tonne de sel exige par suite environ treize heures de travail. Les mineurs qui abattent le sel gemme sont les mieux rétribués; ils reçoivent $0^f,85$ par poste de six heures de durée, sans compter des provisions de bois, de blé et de graisse, qui leur sont vendues à bas prix par l'administration. La main-d'œuvre par tonne de sel coûte donc environ $1^f,84$.

Transport au jour. — Le sel est transporté dans de petits chariots de $0^{mc},370$ de capacité jusqu'à l'orifice d'un puits vertical (*mm*, Pl. I, *fig.* 2), communiquant avec les galeries de roulage. Ce puits, de forme rectangulaire, a une bouche de 4 mètres de long sur $2^m,50$; le sel y est descendu dans des bennes attachées à une corde sans fin enroulée sur deux poulies; la descente est réglée au moyen d'un frein. Les bennes contiennent de 100 à 150 kil. de sel. Le sel gemme est déchargé dans le stollen inférieur, dans des wagons anglais de $0^{mc},700$ de capacité. Ces wagons roulent sur des rails fixés sur des traverses en bois de hêtre et sont conduits par un homme. Il n'y a de rails en fer que dans les deux galeries de Marie-Thérèse et de l'empereur Joseph, par où l'on a du sel gemme à extraire. Les autres galeries de roulage ont simplement des rails en bois. On sépare dans la mine le gros du fin; le gros est composé de morceaux d'environ 5 kil. destinés à la vente. Le fin est moulu et donné aux bestiaux. (*Viehsalz*, voir la deuxième partie.)

Transport du Salzberg à Hallstadt. — Le gros est transporté de la saline jusqu'au bourg d'Hallstadt, au pied du Salzberg, par des femmes munies de hottes. Ces hottes très-légères sont retenues sur les épaules au moyen de bretelles; en même temps une plate-forme supplémentaire

repose sur la tête du porteur. Les morceaux de sel sont attachés sur la hotte avec des ficelles. Le chemin est extrêmement roide et rocailleux, et il n'exige pas moins d'une heure et demie de marche. Les femmes font deux voyages par jour avec 40 kil. de charge; elles reçoivent 0f,95 pour le transport de 100 kil. de sel.

Il ne serait pas très-difficile d'établir un système de plans inclinés par lesquels se ferait, dans des wagons, le roulage du sel du haut jusqu'au bas du Salzberg. Mais il n'est point question de ce perfectionnement, soit que le gouvernement redoute la dépense nécessitée par un pareil établissement, soit par un esprit de philanthropie mal entendu, afin de ne point priver les femmes des mineurs de leur salaire. Ces femmes ont presque toutes des goîtres énormes, et cette infirmité apparaît déjà chez des enfants de six ans.

Ensemble des frais. — Nous avons vu que, dans des conditions favorables, la main-d'œuvre de l'abatage est d'environ 0f,184 par quintal métrique de sel. Mais, en moyenne, en comptant les provisions fournies aux ouvriers, la poudre et le roulage intérieur, les frais s'élèvent à 0f,72 par quintal de sel, livré sur le carreau de la mine. Le prix énorme du transport extérieur fait monter à 1f,67 le prix de revient du sel livré à Hallstadt (non compris les frais d'entretien et d'établissement des galeries, etc., communs aux autres travaux):

	fr.
Frais de l'abatage et du roulage.	0,72
Transport extérieur.	0,95
Total.	1,67

Le prix de vente est de 7 florins par centner, ou de 31f,25 par quintal métrique.

Production annuelle. — La production du sel gemme s'élève graduellement depuis plusieurs années. En 1847, on a livré à Gmunden 382.536 kil. de sel gemme. Actuellement on en livre 500.000 kil. par an.

On retire en même temps environ 50 millions de kil. de sel par voie de dissolution. La quantité de sel gemme obtenue est donc relativement très-faible ; c'est 1/60 du sel extrait par dissolution.

Aussi ne nous y arrêterons-nous pas davantage ; nous passerons à l'étude de la méthode spéciale aux salines du Salzkammergut, au lavage de l'argile salifère. Nous avons déjà indiqué le principe de cette méthode ; examinons maintenant les détails de l'exécution.

§ V. *Exploitation de l'argile salifère par lavage discontinu.*

Préparation des chambres. — Pour commencer l'exploitation d'une chambre, on trace, sur l'emplacement désigné, à la base de l'étage, une série de galeries étroites, de hauteur d'homme, dans lesquelles on introduira l'eau, afin de produire une première cavité.

Anciennement ces galeries préparatoires divergeaient à partir d'un centre, occupant un cercle de 20 mètres environ de diamètre (*fig.* 8). L'eau était introduite, soit au-dessus du centre, soit à l'extrémité B, et s'écoulait par la galerie A.

Aujourd'hui l'on remplace la forme circulaire par la forme elliptique adoptée déjà à Hallein, en Bavière (*fig.* 9). En même temps on construit un barrage en argile *cd*, en aval de l'orifice d'écoulement A, et l'on introduit l'eau autant que possible à l'autre extrémité B. Le but de cette disposition est d'agrandir la chambre principalement autour de B, afin de n'avoir point à augmenter la longueur du barrage.

Le grand axe de l'ellipse varie de 40 à 60 mètres ; le petit est au plus de 20 mètres. La surface est couverte par un réseau de galeries se recoupant à angle droit.

Ces galeries sont quelquefois de sections inégales, comme le représente la *fig.* 23, et se distinguent en galerie principale (*haupt-pütten Ofen*) AB, galeries secondaires (*pütten*

Ofen) EF, et galeries ordinaires (*gemeiner Ofen*). Voici un exemple des dimensions qu'on leur donne :

	Hauteur. mètres.	Largeur en haut. mètres.	Largeur en bas. mètres.
Galerie principale.	1,88	0,47	0,79
Galeries secondaires.. . .	1,56	0,47	0,79
Galeries ordinaires.	1,46	0,32	0,42

Le plus souvent on ne fait point ces distinctions entre les galeries et on leur donne les dimensions des *gemeiner Ofen*. Les piliers ont de 3 à 4 mètres de côté.

Voici un autre exemple de dimensions concernant les chambres le plus récemment préparées à Hallstadt :

	Hauteur. mètres.	Largeur moyenne. mètres.
Galerie principale.	1,90	0,76
Galeries secondaires.	1,70	0,57

Les galeries sont alors écartées de 3 mètres au plus.

Barrages (*wehr*). — Un barrage est un mur non salifère, d'un mètre d'épaisseur, engagé dans le gîte au moment de son établissement. On construit des barrages partout où il est nécessaire de limiter l'action de l'eau, soit pour empêcher deux chambres de se réunir, soit pour protéger les stollen. Un semblable appareil de défense se nomme *wehr*. On en établit toujours un maintenant en aval du point d'écoulement de l'eau saturée des chambres. Pour cela, on commence par pousser depuis le stollen (*fig.* 10) une galerie *ab* jusqu'au point où doit s'élever le barrage ; si ce travail est déjà fait, pour l'ouverture des galeries préparatoires des chambres, il reste à ouvrir en *b*, des deux côtés, une galerie de hauteur quelconque et de 1 mètre de large. Cette galerie étroite est ensuite remblayée, ordinairement avec de l'argile provenant des chambres de dissolution. On comprime cette argile, à l'aide de pilons, d'une manière variable suivant son état de consistance, jusqu'à ce qu'elle fasse une masse dure et élastique, susceptible de se polir sous l'ongle : il résulte de cette compression une diminution

de volume de 25 p. 100 en moyenne. Ce travail coûte 32 fr. par mètre cube de barrage.

On prépare l'argile en la malaxant avec de l'eau salée au lieu d'eau douce, l'expérience ayant appris qu'une digue, formée d'argile imbibée d'eau douce, finit par être traversée par la dissolution saline.

A Aussee, où l'argile est insuffisante, on la remplace par du calcaire extrait des carrières qui surmontent le gîte.

La galerie *bf* est remblayée comme le barrage lui-même; mais on a soin d'y enterrer le canal d'écoulement de l'eau saturée.

La *fig.* 11 représente la coupe verticale d'une chambre en commencement d'exploitation, avec son barrage, suivant le grand axe de l'ellipse. *m* est une caisse en planches, au milieu de laquelle s'élève un tube en bois percé de trous, embranché sur la conduite *bf*; cette conduite est enterrée sous un massif d'argile damée dont la hauteur dépasse le niveau de l'eau dans la chambre. L'eau saturée pénètre par les fissures étroites des joints dans la caisse *m*, et de là dans le tube vertical, débarrassée de l'argile qu'elle aurait pu entraîner : elle s'écoule par la conduite *bf* dans le jaugeur *j*, et de là se rend dans le stollen. A mesure que le plafond de la chambre s'élève, on élève aussi la caisse *m*, le tube vertical récepteur, le massif d'argile qui recouvre la conduite; en même temps on élève le barrage sur toute sa largeur de manière à obtenir une surface *ss* plus élevée que le niveau de l'eau.

On voit que, par ce procédé, l'exploitation d'une chambre donne lieu à un énorme remaniement de terrain des deux côtés de la digue. En effet, c'est tout le massif M, qui a 40 mètres de hauteur, qu'il faudra remanier pour élever de plus en plus le niveau *ss*, après chaque période de lavage. Mais il est facile de parer à cet inconvénient grave par un moyen auquel on ne tardera sans doute pas à recourir. Chaque fois que l'eau de la chambre est saturée (ce qui arrive

pour chaque $0^m,40$ d'élévation du ciel, approximativement), on la fait écouler, et on laisse reposer la chambre pendant un certain nombre de semaines ; on peut donc alors y pénétrer par le sinkwerk, la traverser et arriver jusqu'au barrage ; on exécuterait alors les travaux nécessaires *depuis l'intérieur* en laissant désormais intact le massif M.

Ouverture des galeries préparatoires (ofen) au moyen de jets d'eau.— L'ouverture des galeries (préparatoires) et des branches du barrage se fait maintenant exclusivement au moyen de jets d'eau, comme nous l'avons indiqué au § III.

Il faut communément un an pour préparer une chambre. Dans le haselgebirge compacte un mineur n'avance pas de plus de 2 mètres par mois.

L'économie introduite par l'emploi des jets d'eau dans l'établissement des digues est considérable.

Les frais du percement des galeries sont en moyenne les suivants, à Hallstadt (les galeries ouvertes par l'eau sont ensuite achevées au pic) :

Frais par mètre cube de déblai.

		fr.	fr.
Percement par l'eau.	Matériel, tuyaux, etc.	0,05	2,35
	Salaire des ouvriers spéciaux. .	2,30	
Achèvement par la main de l'homme.	Matériel, entretien.	0,55	16,10
	Main-d'œuvre du travail au pic et de l'extraction des déblais.	15,55	
	Total des frais.		18,45

Avant l'emploi de l'eau, l'ouverture du mètre cube de galerie coûtait moyennement $32^f,40$.

Exploitation d'une chambre. Service de l'eau. — L'eau douce est introduite dans la chambre par un conduit en bois longeant le Sinkwerk et débouchant à la surface du lac. L'escalier du Sinkwerk a une inclinaison voisine de 45 degrés et occupe toute la hauteur de l'étage : les marches en sont peu à peu submergées, à mesure que le ciel de la chambre s'élève.

Un jaugeur est établi à l'entrée, un autre à la sortie de

l'eau : l'écoulement se règle au moyen de forts robinets en bois. Les jaugeurs n'offrent rien de particulier : l'eau tombe d'abord dans une caisse où des cloisons transversales lui font perdre sa vitesse ; de là elle s'écoule par un ajutage cylindrique dans une seconde cuve munie d'un certain nombre d'orifices circulaires percés en mince paroi. Pour obtenir une charge déterminée au-dessus de ces orifices en même temps qu'un écoulement constant, on est conduit à en fermer quelques-uns au moyen de bouchons, et le nombre d'orifices ouverts indique le volume dépensé.

Examinons maintenant de quelle manière on effectue le service de l'eau. Considérons d'abord une chambre simplement préparée qui va subir sa première période de lavage. On introduit l'eau douce en aussi grande quantité qu'il est possible jusqu'à ce que les piliers soient rongés et détruits et que toute l'eau soit saturée de sel. On fait alors écouler cette eau, on enlève l'argile qui recouvre le fond et on la jette dans la galerie inférieure par un puits vertical de $0^{mc},25$ de section, que l'on ferme ensuite. La chambre ainsi nettoyée, on peut procéder à une seconde période de lavage.

On introduit de l'eau douce dans la vaste cavité qui résulte de l'opération précédente ; l'eau en ronge les parois et son niveau s'élève peu à peu jusqu'au plafond. Comme l'eau la plus saline est aussi la plus dense, elle tombe au fond, de sorte que la surface du lac est toujours occupée par les eaux les plus douces. Ces conditions ont pour effet d'évaser la chambre vers la partie supérieure ; la cavité produite ne tarde pas à présenter une forme plus ou moins voisine de celle d'un tronc de cône renversé, dont l'angle *augmente* avec chaque période de lavage. On a cru diminuer cet effet fâcheux en posant comme règle d'introduire l'eau aussi rapidement que possible jusqu'à ce qu'elle atteigne le plafond ; à partir de ce moment elle se sature principalement aux dépens du ciel et épargne, dans une certaine mesure, les parois latérales.

Une fois que l'eau baigne le plafond, on n'est plus maître d'introduire la quantité d'eau que l'on veut; cette quantité dépend de la vitesse avec laquelle le sel se dissout. On se borne à en régler l'introduction de façon à maintenir une charge constante de quelques centimètres d'eau au-dessus du plafond; on mesure cette hauteur au moyen d'une règle divisée, verticale, plongeant dans le lac, au bas de l'escalier. Il faut éviter que la charge, devenant trop forte, ne tende à soulever le plafond; on évite aussi qu'elle soit trop faible et ne le soutienne plus. L'important est qu'il n'y ait point de variations brusques dans la poussée.

On n'attend pas, pour terminer l'opération, que l'eau de la chambre soit complétement saturée. Quand l'aréomètre indique qu'elle contient 26 3/4 p. 100 de sel ou bien qu'elle a une densité de 1,20, on suspend le lavage et l'on fait écouler toute l'eau de la chambre. On ne cherche pas à obtenir la saturation tout à fait complète pour éviter qu'il se produise des dépôts de sel et des engorgements dans les conduites.

Analyse de l'eau salée. — Nous sommes heureux de pouvoir donner ici des analyses de l'eau saturée, encore inédites, dues au talent de M. le professeur Schrötter, de Vienne.

Sels contenus dans 100 parties d'eau saturée.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Chlorure de sodium.	25,236	25,101	25,064
Chlorure de magnésium.	0,685	0,674	0,490
Brômure de magnésium.	0,021	(?)	0,02
Sulfate de potasse	0,329	»	0,462
Sulfate de soude.	6,995	0,507	0,325
Gypse	0,235	0,287	0,340
	27,501	26,571	26,702

La dissolution n° 1 provient d'une chambre exploitée par lavage continu (*Joham Michaël Veiten Wehr*); le n° 2 d'une

chambre exploitée par le lavage discontinu (*Scholdauer Wehr*) ; le n° 3 est l'eau saturée des réservoirs, traitée à l'usine d'Hallstadt. On voit qu'elle ne contient guère plus de 25 p. 100 de chlorure de sodium, mais près de 27 p. 100 de sels de diverse nature.

Durée des lavages. — Le temps nécessaire pour que l'eau se sature dépend essentiellement de la richesse du gîte ; à Hallstadt cette durée est de quinze jours, et un lavage élève le plafond d'environ $0^{m}.40$. Cette élévation varie toutefois avec le numéro d'ordre du lavage, suivant une loi que nous établirons dans le paragraphe suivant. Après chaque opération on laisse reposer la chambre un temps variable, quelquefois six à huit mois, pour traiter d'autres chambres. Il y a en effet une centaine de chambres, et il faut limiter l'exploitation aux facultés des usines. D'autre part le plafond s'endommage si on le laisse sec trop longtemps ; on a donc soin d'exploiter chaque chambre à tour de rôle.

Curage, enlèvement du limon. — A mesure que le plafond de la chambre s'élève par suite de la dissolution du sel, le fond s'élève aussi, sans cesse recouvert par de nouvelles couches de limon, mais à Hallstadt il s'élève moins vite que le plafond, de sorte que la hauteur de la chambre, du fond jusqu'au *ciel*, va sans cesse en augmentant. Cet effet est contrarié et peut quelquefois même être détruit par le foisonnement de l'argile. A Ischl, où le gîte contient autant d'argile que de sel, on doit curer le fond au bout d'un certain temps. Après avoir évacué l'eau, on enlève l'argile délavée à la pelle et on la jette dans la galerie inférieure par un puits étroit qu'on élève à chaque période de lavage. De là l'argile chargée sur des wagons est transportée jusqu'à l'orifice d'un puits qui traverse tous les étages, et remontée par ce puits dans les travaux des étages supérieurs abandonnés pour y servir de remblai. L'ascension de l'argile se fait simplement au moyen d'une balance hydraulique.

A Hallstadt même, on enlève trois fois en tout le limon de chaque chambre.

Remblayage. — Quand l'exploitation est achevée sur toute la hauteur de l'étage on la remblaye avec de l'argile provenant du curage d'autres chambres, ou du percement des galeries.

Exploitation des massifs. — Les anciennes chambres on été commencées, à Hallstadt, à une distance variable de 6 à 10 mètres au-dessus du plan des galeries; à Ischl, c'est à 7 mètres. On exploite actuellement une partie des massifs adjacents à leur base, en établissant des chambres elliptiques au niveau le plus bas.

Exemple. — La *fig.* 12 donne le plan et l'élévation d'une ancienne chambre, nommée *Krall-Wehr*, à côté de laquelle on a préparé une chambre par la méthode de Hallein. L'eau douce arrive dans la chambre par le *Sinkwerk* aboutissant au *Landsteiner-Kehr*, galerie du réseau distributeur; l'eau saturée s'écoule par le puits boisé *aa* dans une galerie, (*Krall-Ablass-Ofen*) qui rejoint la galerie du réseau récepteur (*Rosa-von-Seeau-Kehr*). On voit en *cc* un puits permettant d'extraire de l'argile, et, plus tard de remblayer; il communique avec le *Landsteiner-Kehr* par une galerie nommée *Hofstatt-ofen*. Le dessin indique de plus en *b* l'amorce du puits pour l'écoulement des eaux de la chambre nommée *Geisberg*, située au-dessus du *Krall-Wehr*, à l'étage supérieur (*Gaisberg-Wasser ablass-ofen*).

§ VI. *Étude du lavage discontinu.*

Nous venons de décrire dans son ensemble le lavage de l'argile salifère. Ce mode original d'exploitation soulève une série de questions importantes; il serait intéressant d'étudier la forme que prennent les chambres sous l'influence des eaux dissolvantes, la manière dont s'opère la saturation, le temps qu'elle exige, enfin de discuter les règles admises pour la conduite des travaux.

L'examen de ces questions, posées d'une manière aussi générale, conduirait aux calculs les plus élevés des mathématiques, et ne fournirait pas de résultats capables d'éclairer aisément la pratique. Aussi essayerons-nous seulement de résoudre, d'une manière approchée, quelques problèmes simples dont la solution pourra guider l'exploitant dans la conduite du lavage.

Nous nous occuperons d'abord du lavage discontinu.

Chaque période se compose de deux phases. — On a vu que toute période de lavage se compose de deux phases parfaitement distinctes. La première est celle du remplissage de la chambre ; elle finit au moment où l'eau baigne le plafond. La seconde est celle de la saturation, elle se termine au moment où la chambre étant pleine d'eau saturée de sel, on procède à l'écoulement.

Arbitraire dans la première phase. — Dans la première phase tout est arbitraire ; la quantité d'eau introduite à chaque instant peut varier au gré de l'exploitant ; de même la capacité et la forme de la chambre. L'inclinaison des bords, le degré de saturation qu'acquiert l'eau en résultent. Ainsi, soit *ab* le *ciel*, *cd* (*fig.* 13) le fond de la chambre qu'il s'agit de remplir d'eau. Si nous introduisons cette eau très-vite, les parois *ac*, *bd* sont très-peu attaquées, et la forme de la chambre est sensiblement la même au commencement de la deuxième phase qu'au commencement de la première. Si au contraire nous introduisons l'eau très-lentement, les parois se corrodent beaucoup. Remarquons que le fond est occupé par les eaux les plus chargées de sel ; par suite, au bout de peu de temps, la paroi latérale au-dessus du limon n'est presque plus corrodée, tandis qu'à la surface du lac, occupée par l'eau pure, s'exerce la corrosion la plus active. On conçoit donc que la chambre puisse avoir, à la fin de la première phase, un profil tel que *a'mc*, *dnb'*.

En fait, on évite avec grand soin un pareil profil, qui aurait pour effet d'augmenter beaucoup la surface du *ciel*.

On introduit l'eau le plus rapidement possible ; telle est la règle ; alors les parois sont le moins corrodées. Nous supposons dès à présent cette règle pratiquée, pour nous placer dans les conditions les plus favorables.

La seconde phase est soumise à des lois. — Dès que l'eau baigne le plafond, l'exploitant ne peut plus diriger l'opération. L'eau douce s'introduit au fur et à mesure que le sel se dissout, et il n'y a plus d'autre soin à prendre que celui de la fournir ; nous avons vu qu'on maintient une charge de quelques centimètres d'eau au-dessus du plafond pour être certain que celui-ci est constamment mouillé. La seconde phase est soumise à des lois physiques dont le calcul permet la détermination.

Nous allons chercher quelques-unes de ces lois ; nous ne tiendrons pas compte d'abord de la première phase ; plus tard nous examinerons son influence et nous indiquerons dans quel sens et dans quelle mesure elle force à corriger les résultats obtenus. De plus nous négligerons, dans la seconde phase, la corrosion latérale ; pour une chambre dont le plafond est très-grand, l'eau se sature principalement en dissolvant le sel du plafond ; la quantité de sel dissous sur les parois est relativement minime.

Élévation du ciel. — De combien s'élève le ciel à chaque lavage ?

La solution de cette question est très-aisée si l'on suppose les parois de la chambre verticales et la section circulaire. La question se réduit en effet à une question de volumes. Considérons la chambre après son premier lavage ; elle a été nettoyée, et a une hauteur h et un rayon R (*fig.* 14) soit x la hauteur dont le ciel s'est élevé au bout du lavage, z la hauteur qu'occupe alors le limon tombé du plafond. Soit δ la densité du chlorure de sodium, D celle de l'eau saturée (soole) ; soit $\frac{1}{m}$ la richesse du gîte. La dissolution est saturée, l'expérience le prouve, lorsqu'elle contient 27

p. 100 de sel en poids. Écrivons que cette condition est remplie. Le volume occupé par le sel est $\frac{1}{m}$ du volume a du gîte, $\frac{1}{m}\pi R^2 x$, et par suite son poids a pour expression :

$$\frac{1}{m}\pi R^2 x \times \delta.$$

Celui de la soole est le volume total de la chambre sur une hauteur $h - z + x$, savoir : $\pi R^2 (h - z + x)$, et son poids a de même pour expression :

$$\pi R^2 (h - z + x) \times D.$$

Donc :

$$(1) \qquad \frac{1}{m} x \times \delta = 0,27\,(h - z + x)\,D.$$

Or le volume b de l'argile est le complément du volume du sel :

$$(2) \qquad z = \left(1 - \frac{1}{m}\right) x.$$

Substituons :

$$\frac{1}{m}\delta \,.\, x = 0,27\left(h + \frac{1}{m} x\right) D;$$

d'où l'on tire :

$$x = \frac{0,27 \,.\, m \,.\, h \,.\, D}{\delta - 0,27\,D}.$$

La densité δ du chlorure de sodium est de 2,1 ; celle de l'eau saturée est de 1,20. Par suite :

$$(a) \qquad x = 0,182\, m \,.\, h.$$

L'élévation du ciel par chaque lavage est donc proportionnelle à la hauteur de la chambre ; elle est de plus en raison inverse de la richesse du gîte. Pour le sel gemme $\frac{1}{m} = 1$; donc $x = 0,182\, h$, environ $\frac{1}{5}$ de la hauteur primitive ; c'est l'élévation minimum. Plus le gîte est pauvre, plus le ciel s'élève dans la période d'un lavage.

Hauteurs successives de la chambre. — La formule (a) montre que l'élévation croît avec la hauteur de la chambre, c'est-à-dire avec la distance du ciel au fond. Celle-ci ne dépend d'ailleurs pas de la richesse du gîte. A la fin du lavage, la nouvelle hauteur h' de la chambre a pour valeur :

$$h' = h + x - z$$

ou bien, d'après l'équation (2) : $h' = h + \frac{1}{m} x$.

En substituant à x sa valeur, on trouve :

$$h' = 1{,}182 h.$$

Ainsi les hauteurs successives de la chambre suivent une progression géométrique dont la raison est 1,182.

Durée des lavages. — Quelle est la durée des lavages?

La durée de chaque période est la somme des durées de ses deux phases. Désignons par θ la durée *arbitraire* de la première. Soit K la vitesse avec laquelle l'eau douce corrode le gîte donné dans les conditions de l'exploitation, c'est-à-dire le nombre de millimètres dont le ciel s'élève par jour, ou par heure, ou par seconde. La durée t nécessaire pour que le plafond sans cesse baigné par de l'eau pure (nous l'admettons) s'élève de x est

$$t = \frac{1}{K} x = \frac{1}{K} \cdot 0{,}182\, mh.$$

La durée totale de la période est conséquemment

$$T = \theta + \frac{0{,}182}{K} mh.$$

Comprenons dans le temps θ la durée du remplissage de la chambre, celle de son évacuation ultérieure et l'intervalle qu'on met entre deux lavages. Nous pouvons lui supposer une valeur constante, indépendante du numéro d'ordre du lavage.

Quant aux durées t, elles suivent la progression géométrique suivante :

$$\frac{0,182}{K} mh;\ \frac{0.182}{K} mh(1,182)^1;\ldots.. \frac{0,182}{K} mh(1,182)^{n-1}.$$

Durée totale de l'exploitation; nombre des lavages. — Pour exploiter une hauteur H du gîte, une fois la chambre préparée, il faut un temps Θ donné par l'équation :

$$\Theta = n\theta + \frac{H}{K},$$

dans laquelle n représente le nombre des lavages successifs à exécuter.

Ce nombre est facile à calculer. En effet, H représente la somme des élévations correspondantes du ciel :

$$H = \Sigma (x)$$

ou bien :

$$H = 0,182 . m . h[1 + 1,182 + (1,182)^2 + \ldots.. + (1,182)^{n-1}].$$

En sommant les termes de la progression on trouve

$$H = m . h . [(1,182)^n - 1]$$

ou :

$$(1,182)^n = 1 + \frac{1}{m} \times \frac{H}{h}.$$

De là :

$$n = \frac{\log\left\{1 + \frac{1}{m} \times \frac{H}{h}\right\}}{\log 1,182} = 13,770 \log\left\{1 + \frac{1}{m} \times \frac{H}{h}\right\}.$$

Le nombre des lavages est d'autant plus grand que le gîte est plus riche; et d'autant plus petit que la hauteur h de la chambre, après le premier lavage, est plus grande. On a donc intérêt à commencer l'exploitation de la chambre avec une hauteur suffisante, et l'on ne manque jamais d'enlever le limon après le premier lavage. En procédant plus tard à d'autres nettoyages, on abrége d'autant le nombre des lavages et la durée de l'exploitation.

Effets de l'évasement. — Nous avons négligé dans ce qui précède la forme évasée des chambres. Cet évasement augmente le volume de la chambre, et influe sur l'élévation du ciel. On peut en tenir compte en assimilant la chambre à un tronc de cône renversé d'un angle donné et en conduisant le calcul d'après le principe exposé pour le cas d'une chambre cylindrique. Ce calcul conduit à des équations du troisième degré qui ne sont susceptibles que de solutions graphiques ou numériques.

Mais il est facile de voir, sans résoudre, que l'évasement de la chambre a pour effet de *diminuer* l'élévation du ciel et par conséquent d'allonger l'exploitation.

Effets du foisonnement de l'argile. — Nous n'avons pas tenu compte jusqu'ici du foisonnement de l'argile pour présenter des résultats le plus simples possible. Mais on peut en tenir un compte exact. Soit V un volume d'argile; soit $V(1+f)$ ce volume après le foisonnement; alors l'équation (2) de la première question, relative au volume du limon, devient :

$$z=(1+f)\left(1-\frac{1}{m}\right)x.$$

l'équation (1) subsiste :

$$\frac{1}{m}x\delta=0,27\,(h-z+x)\,D.$$

Éliminons z :

$$\frac{1}{m}x\delta=0,27\,D\left[h-f\left(1-\frac{1}{m}\right)x+\frac{1}{m}x\right];$$

d'où

$$x\delta=0,27\,D\left\{mh+x\left[1-(m-1)f\right]\right\}$$

et

$$x=\frac{0,27\times m\,.\,h\,.\,D}{\delta-0,27\,.\,D\left[1-(m-1)f\right]}.$$

Le foisonnement réduit l'élévation du ciel correspondant à un lavage, et cette diminution est d'autant plus grande

que m est plus grand, c'est-à-dire que le gîte est plus pauvre.

On déduit facilement les valeurs successives de x, les hauteurs de la chambre et les durées des lavages correspondantes.

Effet de la première phase de chaque période. — Une réduction dans l'élévation du ciel plus importante est due à la première phase de l'opération. En effet, dans cette phase, l'eau introduite dans la chambre commence déjà à se saturer de sel aux dépens des parois, de sorte qu'au moment où la deuxième phase commence, elle en contient un certain poids P en dissolution. Ce poids se calculerait d'après le volume du gîte corrodé. Si l'on imagine l'eau de la chambre divisée en deux parties, l'une saturée au fond de la chambre, l'autre pure au-dessus, au moment où le niveau de l'eau atteint le plafond, on ne change aux conditions dans lesquelles nous avons posé la question qu'une seule chose, la hauteur verticale de la chambre. L'eau saturée correspondrait à une certaine hauteur l; de sorte qu'il faudrait dans nos équations remplacer h par $h-l$.

Il résulte de là que l'élévation du ciel et la hauteur finale de la chambre diminuent d'autant plus qu'il y a eu plus de sel dissous dans la première phase. Or cette phase a généralement une durée de huit à quinze jours; on conçoit donc qu'il faut tenir compte du sel dissous par l'eau pendant ce temps. Mais l'arbitraire qui pèse sur cette quantité la fait échapper à la théorie; un exemple nous rendra compte de sa valeur.

Application. — Nous avons trouvé qu'après le premier lavage

$$x = 0,182\, mh.$$

Supposons la richesse de 75 p. 100, comme à Hallstadt,

$$\frac{1}{m} = \frac{75}{100} = \frac{3}{4} \quad \text{et} \quad h = 2 \text{ mètres.}$$

nous trouvons pour l'élévation :

$$x = 0^{m},48.$$

En réalité elle n'est que de $0^{m},40$; cette différence est due à l'ensemble des effets que nous venons d'énumérer, et principalement à celui de la phase du remplissage. Nous pouvons *à posteriori* déterminer la quantité de sel P qui a été empruntée aux parois, en écrivant que 0,27 du poids de la soole est égal au poids du sel dissous au plafond sur une hauteur de $0^{m},40$, augmenté du poids inconnu P.

$$0,27 . \left(2^{m},00 + \frac{3}{4} \times 0^{m},40\right) D = 0^{m},40 \times \frac{3}{4} \delta + P;$$

d'où :

$$P = 0,745 - 0,630 = 0,115.$$

Le poids du sel emprunté aux parois est, par mètre quarré de section de la chambre, $0^{t},115$, tandis que le poids total du sel dissous est de $0^{t},745$ par mètre carré. Ainsi, dans notre exemple, près de 1/7 du sel dissous provient des parois de la chambre.

Vitesse de la corrosion. — L'équation $t = \frac{1}{K} x$ nous permet d'obtenir K, vitesse de corrosion du gîte. On met généralement de deux à trois semaines à opérer un lavage; s'il arrive que, sur ce temps, la deuxième phase dure douze jours, on a :

$$12 = \frac{1}{K} \times 0^{m},40;$$

d'où l'on conclut :

$$K = 0^{m},033.$$

Le plafond serait donc corrodé sur une hauteur de $0^{m},033$ par jour, soit 1,3 millimètres par heure.

Contraction de volume produite par la dissolution. — Nous obtenons le poids de l'eau saturée en multipliant son volume, qui est celui de la chambre, par sa densité D. Mais le volume qu'elle occupe est plus petit que la somme des vo-

lumes de l'eau douce introduite et du sel dissous. Le fait de la dissolution produit une contraction facile à calculer.

Soit Q le volume de l'eau douce introduite, Q′ celui de la sole résultant, q celui du sel qui s'est dissous.

Désignons par $\frac{1}{\lambda}$ la contraction; nous avons l'équation des volumes :

$$(Q+q)\left(1-\frac{1}{\lambda}\right)=Q'.$$

Or le poids $q\delta$ du sel dissous est 0,27 du poids de l'eau saturée :

$$q\delta = Q'D \times 0{,}27,$$

et le poids de l'eau douce en est le complément :

$$Q = Q'D \times 0{,}73.$$

Donc :

$$\left(0{,}73 \,.\, Q'D + 0{,}27 \,.\, \frac{Q'D}{\delta}\right)\left(1-\frac{1}{\lambda}\right)=Q'.$$

De là :

$$1-\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{0{,}73 \,.\, \delta + 0{,}27}\times\frac{\delta}{D}=0{,}97.$$

La contraction $\frac{1}{\lambda}=0{,}03=3$ p. 100.

Nous avons pu la négliger, à cause de sa faible valeur.

Nous allons maintenant établir de quelle façon augmente progressivement le diamètre de la chambre.

Vitesses de corrosion verticale, horizontale. — Nous avons désigné par K la vitesse de corrosion du gîte au plafond, c'est-à-dire dans le sens vertical; l'eau qui baigne le plafond étant de l'eau pure. Le gîte est aussi corrodé latéralement avec des vitesses variables, suivant le degré de salure de l'eau. Mais nous ne considérerons pour le moment que la vitesse de corrosion latérale dans la couche supérieure du lac, et nous admettrons que cette couche supérieure est de

l'eau pure pendant toute la durée du lavage. Nous nous réservons de rectifier dans le prochain chapitre ce que cette supposition a de trop absolu.

Soit K' la vitesse de corrosion latérale de l'eau pure. La valeur de K' est toujours inférieure à celle de K. En effet le mélange d'argile et de sel qui constitue le gite tombe plus vite en désunion au plafond que latéralement, par l'effet de la pesanteur. Si nous considérons une parcelle d'argile retenue au plafond par le sel qui l'environne, elle s'en détachera au *plus tard* quand tout ce sel sera dissous. Une parcelle analogue des parois s'en détachera au *plus tôt* quand tout le sel environnant sera dissous; elle restera d'ordinaire, même alors à sa place (sauf un léger déplacement vertical) et abritera pendant quelque temps le sel situé derrière elle, jusqu'à ce que, l'eau ayant fait de nouveaux progrès, elle finisse par rouler le long de la paroi.

Ainsi K est plus grand que K' et peut être représenté, de la manière la plus simple, par une fonction de la forme:

(1) $$K = K' + a.$$

D'après cela, la vitesse de corrosion verticale est égale à la vitesse de corrosion latérale, augmentée d'une certaine quantité qui dépend, non-seulement du degré de richesse du gîte, mais surtout de sa compacité, de la grosseur et du poids des parcelles d'argile, etc. La valeur de a varie suivant la nature du gîte principalement; elle a évidemment son minimum pour le sel gemme, et augmente jusqu'à une certaine limite avec la pauvreté du gîte. Quant à la corrosion K, qui dépend moins des effets mécaniques de la pesanteur, on peut la supposer proportionnelle à la richesse du gîte : $K' = b \times \frac{1}{m}$.

Notre formule (1) devient alors:

$$K = \frac{b}{m} + a$$

et le rapport des vitesses de corrosion horizontale et verticale est :

$$\frac{K'}{K} = \frac{\frac{b}{m}}{\frac{b}{m} + a} = \frac{b}{b + am},$$

ou, en posant $\frac{a}{b} = \alpha$:

$$\frac{K'}{K} = \frac{1}{1 + \alpha m}.$$

Loi de l'agrandissement du plafond. — Cela posé, considérons de quelle façon est corrodée la chambre au bord extrême du plafond. Dans la coupe verticale d'une chambre suivant l'axe, l'extrémité *a* du plafond (dont la position change au fur et à mesure du lavage) parcourt une ligne droite.

En effet considérons deux éléments de surface (Pl. II, *fig.* 15), *ab* au plafond, *ac* sur la paroi latérale, baignés par une couche d'eau pure. Ils sont en contact avec une petite masse d'eau *m* qui les corrode avec des vitesses inégales K, K′ dont le rapport est constant et égal à $\frac{1}{1 + \alpha m}$.

Le point *a* vient donc au but de l'unité de temps en *a′*, sur la diagonale du parallélogramme dont les côtés sont K et K′. Ainsi le diamètre augmente avec la durée du lavage, proportionnellement à $K' = \frac{b}{m}$, c'est-à-dire proportionnellement à la richesse du gîte.

Le bord théoriquement circulaire *a* qui limite le plafond appartient à un cône dont l'angle ω des génératrices avec l'axe (avec la verticale) est donné par la formule :

$$\text{tang}\ \omega = \frac{1}{1 + \alpha m}.$$

L'angle du cône augmente avec la richesse du gîte; il est toujours plus petit que 45 degrés.

Forme du volume exploité. — D'après cela nous pouvons dessiner la chambre dans les différentes positions où elle se trouve à la suite des périodes de lavage (*fig.* 16).

Soit *ab* le diamètre de la chambre préparée, ou, plus exactement, de la chambre après le premier lavage; soit *cd* le plafond. Menons les lignes *c*S, *d*S faisant avec l'axe un angle ω, tel que $\tang \omega = \frac{1}{1 + m\alpha}$.

Les bords successifs du plafond se trouveront, en coupe, sur les lignes *c*S, *d*S. Les élévations du ciel, 1, 2, 3, 4 et celles du limon 1', 2', 3', 4' nous sont données par une progression géométrique. Il ne nous reste d'inconnu que les profils des parois; supposons que ces profils soient des lignes droites, nous pouvons alors les tracer successivement en joignant les extrémités des diamètres correspondants du ciel et du fond, 2—2', 3—3', 4—4', etc....

Il résulte de là une ligne mixtiligne *bmq*, qui délimite la partie du gîte exploité. L'inclinaison de la paroi *mq* augmente avec la hauteur du ciel au-dessus de *ab*; elle n'atteint jamais l'angle du cône.

Remarque. — Cette construction géométrique ne tient pas compte de la phase du remplissage. Or nous avons vu que l'effet de cette phase est d'*augmenter* le diamètre du ciel. Il résulte de là que la figure tracée représente le *volume minimum* que la chambre exploitée est susceptible de prendre. En réalité, la chambre va en s'évasant davantage, parce que le remplissage dure plusieurs jours, et cet effet est d'autant plus sensible que le diamètre est plus considérable.

De pareilles circonstances peuvent seules augmenter l'inclinaison générale des parois au delà de la valeur donnée par l'équation : $\tang \omega = \frac{1}{1 + m\alpha}$. Il faut s'efforcer de les

annuler, comme je l'ai dit plus haut, en introduisant l'eau très-rapidement surtout à la fin du remplissage; sans quoi, le diamètre du plafond arrive trop tôt à la limite qu'il ne peut dépasser sans danger d'éboulement; et il faut abandonner l'exploitation de la chambre avant d'être parvenu à rejoindre l'étage supérieur.

Une trop grande inclinaison des parois est un indice de mauvaise direction.

Hauteur à donner aux étages. — La hauteur de l'étage se détermine d'après l'étendue de plafond que le gîte permet d'obtenir sans danger de rupture. Soit donné le maximum 2R par l'expérience. On tracera (*fig.* 17) le cône d'angle ω, aSb. OS est la hauteur du maximum de l'étage:

$$OS = \frac{R}{\tang \omega} = R \times (1 + am).$$

La hauteur à donner à l'étage diminue avec la richesse.

On ne donne pas à l'étage sa plus grande hauteur pour ne pas perdre le grand massif M situé entre deux chambres C, C. Où placera-t-on le niveau inférieur, en ab ou en mn? C'est une question d'économie. On préparera la chambre à un niveau ab tel qu'il y ait égalité entre la valeur du sel retiré du pilier M (par l'exploitation de l'étage inférieur, situé immédiatement au-dessous de ab), et l'accroissement des frais d'exploitation. En effet si l'on relève le niveau SS en mn, on n'a pas seulement une plus grande superficie de chambre à préparer, mais surtout on multiplie le nombre des étages, c'est-à-dire qu'on augmente le nombre des galeries à percer. On perd donc de ce côté ce qu'on gagne en sel extrait d'autre part; et il convient de s'arrêter à une certaine limite dépendant à la fois de la richesse du gîte, et du montant des dépenses nécessitées par le réseau de galeries à établir pour chaque nouvel étage.

Maximum de rendement. Diamètre initial des chambres. — Examinons quelle est la proportion de sel perdue pour

l'exploitation. En considérant la chambre totalement exploitée comme un tronc de cône ayant la hauteur H de l'étage, le rayon de la petite base étant désigné par r, celui de la grande base par R, le volume de gîte exploité est :

$$\frac{1}{3}\pi H (R^2 + r^2 + Rr).$$

Or le volume exploitable est le prisme rectangulaire circonscrit $4R^2 \times H$.

Donc le rapport du gîte exploité au gîte exploitable, ce qu'on pourrait appeler le gîte utile, est :

$$\frac{\frac{1}{3}\pi (R^2 + r^2 + Rr)}{4R^2}$$

ou

(a) $$\frac{\pi}{12}\left[1 + \frac{r}{R} + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right].$$

Tel est le rapport du sel extrait au sel contenu dans le gîte. Il dépend de la hauteur de l'étage ; car l'angle du cône est l'angle ω, et l'on a :

$$\frac{r}{R} = \frac{OS - H}{OS} = 1 - \frac{H}{OS} = 1 - \frac{H}{R}\left(\frac{1}{1 + \alpha m}\right).$$

Pour que le rendement soit le plus grand possible, H étant donné, que faut-il faire ? Il faut donner à OS sa plus grande valeur, c'est-à-dire, obtenir pour R le plus grand rayon que le gîte comporte, toutes conditions de sécurité d'ailleurs réservées. Alors r, rayon qu'il faut donner à la chambre pour la préparer, est déterminé par l'équation :

$$r = R - H\left(\frac{1}{1 + \alpha m}\right).$$

Le rayon initial doit donc être d'autant plus petit, 1° que le gîte est moins solide (R plus petit), et 2° que le gîte est plus riche $\left(\frac{1}{m}\text{ plus grand.}\right)$ Ainsi, dans un même étage, si

l'on rencontre ici un massif plus riche, là un massif moins riche, on commencera la chambre sur un plus grand diamètre dans le massif le moins riche, pour arriver au même diamètre final. Telle est effectivement la pratique habituelle.

L'expression (*a*) du rendement en sel se convertit aisément e n:

$$\frac{\pi}{4}\left[1-\frac{H}{R}\operatorname{tang}\omega+\frac{1}{3}\left(\frac{H}{R}\operatorname{tang}\omega\right)^2\right].$$

En discutant cette nouvelle expression et remarquant que $\frac{H}{R}\operatorname{tang}\omega=\frac{H}{OS}$ est une fraction plus petite que l'unité, on arrive aux conclusions suivantes :

Le rendement est d'autant plus grand :

1° Que le gîte est plus solide et permet d'exploiter avec des chambres plus étendues;

2° Que la hauteur de l'étage est plus petite; ou bien

3° Que le cône est moins ouvert.

Sa plus grande valeur correspondrait à des chambres cylindriques, $\operatorname{tang}\omega=0$ et serait $\frac{\pi}{4}$ ou 78,5 p. 100.

Nous allons voir, dans le prochain chapitre, comment la méthode du lavage continu s'approche beaucoup de réaliser ce maximum.

§ VII. *Lavage continu.*

Premiers essais. — L'exploitation des chambres d'une manière continue n'est faite à Hallstadt que pour l'essai et depuis fort peu de temps. On exploite ainsi deux anciennes chambres, situées entre le *stollen* de Catherine-Thérèse et celui de l'empereur Joseph, qui portent les noms de *Johann Michael Veiten* et de *Salinen-Oberamtsrath von Ehrman.*

L'invention de la méthode est due à M. de Roithberg, *Oberbergschaffer* à Aussee, qui en fit les premiers essais en 1839. Leur réussite engagea l'administration à les poursuivre sur une plus vaste échelle ; et, en 1849, l'usage exclusif du lavage continu fut admis pour Aussee. Peu après des essais analogues furent ordonnés à Hallstadt et à Ischl; on en fit aussi à Hall. C'est que les avantages de la nouvelle méthode sont importants. Le principal est une diminution dans l'inclinaison des parois des chambres; diminution à laquelle correspond un moindre volume pour les piliers et par conséquent une exploitation plus complète du gîte.

Cependant les essais ne se font pas à Hallstadt sans une certaine répugnance; d'abord parce que l'excellence de la nouvelle méthode n'a pas été démontrée théoriquement jusqu'ici; ensuite parce que l'inventeur lui attribue une vertu exagérée dont elle n'est réellement pas capable.

Théorie du lavage continu. — Abordons franchement la question; après l'étude que nous venons de faire du lavage discontinu, nous n'aurons pas de peine à reconnaître ce que le lavage continu peut donner.

Conditions. — Deux choses constituent essentiellement la méthode:

1° On introduit l'eau douce d'une manière continue et déterminée;

2° On fait écouler l'eau saturée, également d'une manière continue et déterminée.

Et tout à la fois cette introduction et cet écoulement se font sous une condition unique, à savoir: que la chambre soit toujours pleine d'eau à un certain degré de saturation.

Dans le lavage discontinu, nous avons pu supposer que le plafond est constamment en contact avec une couche d'eau, à peu près pure, jusqu'au moment où la chambre finit par être pleine d'eau saturée. A ce moment on vide la chambre.

C'est à ce moment même que commence le lavage continu. A mesure qu'on fait écouler l'eau saturée, on fait pénétrer dans la chambre de l'eau douce ; et il faut que l'écoulement de la soole soit assez lent pour que le plafond soit toujours baigné par une couche d'eau salée très-voisine de la saturation.

On a introduit de plus certaines améliorations qui conviennent aussi au lavage discontinu et que nous avons déjà supposées dans notre théorie, savoir :

1° L'eau douce est introduite par le milieu du plafond ;

2° L'eau saturée s'écoule par le milieu du fond ;

3° Le tracé primitif des chambres se fait sur un plan circulaire et non elliptique.

Vitesses de corrosion. — Supposons les conditions énoncées remplies ; le plafond est baigné par une couche d'eau salée, de densité d ; soit D la densité de l'eau saturée, la densité de l'eau pure étant 1. Nous avons représenté par K' la vitesse de corrosion de l'eau pure, dans le chapitre précédent. Pour une eau salée de densité d cette vitesse peut être représentée par la formule :

$$v' = K' \cdot \frac{D - d}{D - 1},$$

v' est nulle pour $d = D$, quand l'eau est saturée ; $v' = K'$ pour $d = 1$, quand l'eau est exempte de sel. Notre formule exprime que la vitesse de corrosion est proportionnelle à la différence de densité de la couche considérée et de l'eau à saturation ; ou, si l'on veut, à la quantité d'eau pure qu'on peut supposer coexistente avec de l'eau saturée dans une couche d'eau salée de densité d.

La vitesse de corrosion au plafond est alors : (voir au § 6.)

$$v = K' \cdot \frac{D - d}{D - 1} + a,$$

et le rapport de la vitesse horizontale à la vitesse verticale a pour expression :

$$\frac{v'}{v} = \frac{K'\left(\frac{D-d}{D-1}\right)}{K'\left(\frac{D-d}{D-1}\right)+a}.$$

Or $K' = \frac{b}{m}$; posons aussi : $\frac{a}{b} = \alpha$, et le rapport prend la forme :

$$\frac{v'}{v} = \frac{1}{1+m\alpha\left(\frac{D-1}{D-d}\right)}.$$

Inclinaison des parois. — La tangente à la trajectoire du bord extrême du plafond fait donc avec la verticale un angle ω, dont la tangente trigonométrique est :

$$(1) \qquad \operatorname{tang} \omega = \frac{1}{1+m\alpha\left(\frac{D-1}{D-d}\right)}.$$

On voit que l'angle du cône, ω, diminue à mesure que d augmente, de sorte qu'il devient nul quand $d = D$. Ainsi les génératrices du cône sont d'autant moins inclinées que le plafond est baigné, sur ses bords, par une couche d'eau plus voisine de la saturation. La valeur de tang ω étant toujours positive, elles peuvent à la limite devenir verticales ; mais jamais s'incliner en sens contraire.

Le cône est aussi d'autant plus aigu, d'autant plus voisin du cylindre, que le gîte est plus pauvre et que le rapport $\frac{a}{b} = \alpha$ est plus grand. Quant aux parois de la chambre, leur inclinaison, toujours plus petite que celle des génératrices du cône, va sans cesse en s'en rapprochant, à mesure que le plafond s'élève. Et comme elles sont baignées par de l'eau saturée à une faible distance au-dessous du plafond, et dès lors échappent à la corrosion ultérieure, la petite

surface annulaire de parois corrodée au-dessous du plafond se confond sensiblement avec le cône lui-même.

Ainsi le lavage continu a l'avantage incontestable de diminuer la conicité des chambres, et cela d'une manière extrêmement notable. Prenons un exemple.

Soit $m\alpha = \frac{1}{2}$, et $d = 1$. Alors $\tang \omega = \frac{2}{3}$; l'angle ω est de 37°, 14', dans le cas du lavage continu.

Supposons maintenant le plafond baigné par de l'eau salée de densité: $d = 1,19$, la valeur de D étant 1,20, alors

$$\frac{D-1}{D-d} = \frac{0,20}{0,01} = 20.$$

$$\tang \omega = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \times 20} = \frac{1}{11};$$ l'angle ω n'est plus que de 5°,11'.

Durée du lavage. — Pour que les parois puissent ainsi devenir sensiblement verticales, il faut que le plafond soit baigné par de l'eau voisine du point de saturation. Alors il est corrodé très-lentement, avec une vitesse:

$$v = K' \cdot \frac{D-d}{D-1} + a.$$

La hauteur x du gîte, exploitée au bout d'un temps t, est donnée par la formule:

$$x = \left(K' \cdot \frac{D-d}{D-1} + a\right) t,$$

ou bien:

$$x = b\left(\frac{1}{m} \times \frac{D-d}{D-1} + \alpha\right) t. \quad (2)$$

Dans le cas de l'eau pure, cette hauteur est:

$$x_1 = b\left(\frac{1}{m} + \alpha\right) t_1.$$

Le rapport de ces deux hauteurs est :

$$\frac{x}{x_1} = \frac{\frac{D-d}{D-1} + m\alpha}{1 + m\alpha}.$$

En adoptant les chiffres de l'exemple précédent, on trouve $\frac{x}{x_1} = \frac{1,1}{3}$. Les durées du lavage correspondantes, pour une même valeur de x, l'une dans le cas du lavage continu t, l'autre dans celui du lavage discontinu t_1 ont le rapport inverse :

$$\frac{t}{t_1} = \frac{3}{1,1}.$$

L'exploitation devient, on le voit, beaucoup moins rapide.

Quantités d'eau à introduire et à faire écouler. — Comment faut-il régler l'introduction et l'écoulement de l'eau?

1. Considérons la chambre pleine d'eau saturée, à un moment quelconque. Introduisons-y dans l'unité de temps une quantité Q d'eau douce, par unité de surface de plafond, assez petite pour que cette eau se sature complétement dans ce temps. Alors le poids du sel dissous est les 0,27 du poids de l'eau saturée. Soit $x \times 1$ le volume de gîte corrodé par unité de surface de plafond (sel et argile); $\frac{1}{m} x\delta$ est le poids du sel dissous. Le volume de l'eau saturée correspondant à Q est, en tenant compte de la contraction pour plus d'exactitude :

$$0,97\left(Q + \frac{1}{m}x\right),$$

et l'on a l'équation fondamentale :

$$\frac{1}{m}x\delta = 0,27 \times 0,97\left(Q + \frac{1}{m}x\right) D.$$

ou :

$$\frac{1}{m}x\delta = 0,262\left(Q + x\frac{1}{m}\right)D.$$

De là :

$$x = \frac{0{,}0{,}262 \times m . D . Q}{\delta - 0{,}262 . D} = 0.176 . m$$

ou

$$(3) \qquad Q = 5{,}68 . \frac{1}{m} x.$$

Or nous avons trouvé que

$$x = b\left(\frac{1}{m} \times \frac{D - d}{D - 1} + \alpha\right) t.$$

Donc :

$$Q = 5{,}68 . \frac{1}{m} \times bt\left(\frac{1}{m} . \frac{D - d}{D - 1} + \alpha\right).$$

La quantité d'eau à introduire dans un temps donné est proportionnelle à la surface du plafond, à la richesse et à la vitesse de corrosion déterminée par l'inclinaison qu'on veut donner aux parois. En introduisant cette inclinaison [voir l'équation (1)], la formule devient :

$$(4) \qquad Q = \frac{1}{m^2} \times 5{,}68 bt . \frac{D - d}{D - 1} \text{cotang } \omega.$$

On arrive ainsi à ce résultat qu'à égalité d'inclinaison des parois, les quantités d'eau à introduire par seconde et par mètre carré de plafond dans les chambres de deux gîtes différents par leur richesse en sel sont proportionnelles au *carré* de cette richesse.

2. Pour que le volume Q d'eau douce puisse effectivement s'introduire dans la chambre, il faudrait faire écouler uu volume égal de soole, si la dissolution du sel ne produisait pas de contraction de volume. Une contraction de 3 p. 100 ayant lieu, le volume qu'il est nécessaire de faire écouler se trouve diminué d'autant, de sorte qu'il est 0,97 de Q.

On a :

$$\frac{Q'}{D} = 0{,}97Q. \qquad (5)$$

Le rapport du volume de l'eau saturée à faire écouler au volume de l'eau douce à introduire est constant et égal à 0,97.

Le lavage continu nous rend, on le voit, vraiment et *facilement* maîtres de l'exploitation. Pour l'exécuter conformément à la théorie, dans une saline donnée, il suffit d'y déterminer préalablement, par une expérience directe, sa richesse en sel $\left(\frac{1}{m}\right)$ et les deux vitesses de corrosion, horizontale et verticale de l'eau pure ; on déduit de là la valeur des coefficients a, b, ou α. Qu'on se donne alors *à priori* l'angle ω du cône, on calculera par l'équation (1) la densité d que doit atteindre l'eau salée au plafond de la chambre; on substituera cette valeur de d dans l'équation (4) et l'on obtiendra les quantités d'eau douce et d'eau salée à introduire ou à faire écouler pour établir le régime demandé. Enfin l'équation (2) fera connaître le temps nécessaire à l'exploitation.

Résultats obtenus. — Les résultats obtenus confirment la théorie; ils dépassent même les prévisions.

D'après une courte notice insérée par M. Lipold, ancien bergmeister à Aussee, dans les Annales de l'institut géologique de Vienne (geolog. Reichanstalt, 1852), on serait parvenu à régulariser les chambres à Aussee d'une manière surprenante; la surface du plafond aurait même été en diminuant un peu dans le cours du lavage de l'une des chambres (*siedler-wehre*).

Lavage continue à Aussee. — Les circonstances sont extrêmement favorables à Aussee : le gîte contient 80 à 90 p. 100 de sel et pas d'amas pauvres ; il y a seulement de grands blocs de gypse intercalés. L'argile salifère est

caractérisée par sa nature sableuse et la facilité avec laquelle elle se désagrége. Il suit de là que la quantité que nous avons désignée par α a une valeur élevée qui diminue à elle seule l'ouverture du cône.

Sur quarante-huit chambres qui se trouvent dans la saline d'Aussee, on n'en exploite qu'une en ce moment : elle suffit pour alimenter les usines.

L'élévation du plafond par semaine y est, en moyenne, de $32^{mm},8$; ce qui fait $4^{mm},7$ par vingt-quatre heures. Cette vitesse est très-faible; nous avons vu que par le lavage discontinu, à Hallstadt, le plafond s'élève de $0^{m},20$ par semaine, soit environ 3 centimètres par vingt-quatre heures.

Cette lenteur de la dissolution, qu'on doit avoir soin de conserver, est un inconvénient auquel il serait facile de remédier, en multipliant le nombre de chambres en cours d'exploitation, dans le cas où l'on aurait besoin d'une production plus active.

Un second inconvénient pourrait résulter du mouvement insensible, mais perpétuel de l'eau; car la dissolution n'étant pas reposée demeure trouble. Il est heureusement annulé par la disposition du tuyau d'écoulement.

Ce tuyau débouche dans une caisse fermée par le haut, dont les planches ne sont pas exactement rejointoyées. La caisse et le tuyau sont à poste fixe au fond de la chambre (*fig.* 18), et la soole est forcé de traverser tout le limon de la chambre pour s'écouler; elle subit ainsi un filtrage naturel.

Le tuyau *t* débouche dans la galerie inférieure; la dépense, mesurée au moyen d'un jaugeur, est réglée par un robinet, qu'il est bon de placer au centre d'un cadran comme on fait à Ischel.

La perméabilité du limon mêlé de beaucoup de gypse rend ce filtrage très-facile à Aussee.

Ailleurs, l'eau saturée est amenée dans une chambre

provisoirement inexploitée qui sert de réservoir ; elle y dépose les particules d'argile en suspension.

Lavage des gîtes pauvres. — Dans les gîtes qui contiennent beaucoup d'argile le lavage ne peut être rigoureusement continu; il faut vider la chambre de temps en temps pour déblayer le limon et allonger la caisse et le tuyau d'écoulement. Mais il est facile de remplir ensuite la chambre non pas avec de l'eau douce, mais avec de l'eau saturée; l'on se retrouve ainsi d'emblée dans les conditions de la méthode.

Avantages du lavage continu. — En somme, les avantages incontestables du lavage continu sont les suivants :

1° L'évasement de la chambre est considérablement diminué, sinon annulé (*) ;

2° La production de la soole est continue et constante;

3° Le ciel est toujours supporté par l'eau; il échappe au desséchement et à l'action de l'air.

4° Les barrages ne sont, en général, plus nécessaires.

Ces avantages, surtout le premier, assurent à la nouvelle

(*) Par suite, le rendement est théoriquement égal au maximum (§ VI).

Remarque. — Certaines personnes expliquent la verticalité des parois en disant que l'eau douce, pénétrant lentement dans une vaste chambre par son milieu, se charge de sel principalement autour de l'orifice et arrive à la périphérie déjà saturée. Cette explication n'est pas suffisante. L'eau douce en s'introduisant dans la chambre se mêle aussitôt à l'eau saturée, de sorte que le plafond n'est guère plus corrodé vers l'orifice que sur les bords extrêmes. L'expérience a prouvé que le plafond reste horizontal; il ne manifeste en tous cas pas de courbure sensible. Des mesures faites par M. Aigner, à Ischl, ont donné, pour la flèche d'un plafond de 24 mètres de diamètre, la grandeur insignifiante de 0m,025.

D'autre part, M. de Roithberg prétend pouvoir *rétrécir à son gré le plafond*; j'avoue n'en pas comprendre la possibilité.

Les travaux de MM. F. de Schwind (*Die Verwasserung des Haselgebirges*) et A. Miller (*Der süddeutsche Salzbergbau*), entièrement indépendants du mien, confirment, dans ce qu'ils ont d'essentiel, les principaux résultats que je viens de déduire du calcul.

méthode la suprématie sur l'ancienne. D'une application facile, elle est particulièrement recommandable pour les gîtes riches, dans lesquels les piliers ont le plus de valeur.

Observation touchant le lavage discontinu. — C'est ici le lieu de faire une observation qui sans doute s'est déjà présentée elle-même à l'esprit du lecteur. A la fin de la deuxième phase du lavage discontinu, l'eau qui baigne le plafond n'est pas de l'eau pure, mais de l'eau de plus en plus salée jusqu'au moment où l'on arrête l'opération. Par suite les bords se redressent un peu, et la trajectoire d'un point de la périphérie du plafond n'est pas une ligne droite, mais une courbe telle que *amb'*. D'après cela, les courbes correspondant aux lavages 1, 2, 3 seraient (*fig.* 19) *amb'*, *b'b''*, *b''b'''*, et le plafond ne s'élargirait pas autant que nous l'avons dit.

Mais je ferai remarquer une seconde fois que nous n'avons pas tenu compte de la corrosion latérale au-dessous du plafond, inévitable à la fin de la *première phase*. Cette corrosion, très-active, augmente avec le temps nécessaire pour parfaire le remplissage, et par conséquent avec le diamètre de la chambre au plafond. Elle n'augmente pas seulement en fait ce diamètre de la longueur *bb'* que l'on gagne dans la deuxième phase, mais d'une quantité plus grande, telle que $b'b_1$; $b''_1b''_2$; et il en résulte, malheureusement souvent pour la chambre, une inclinaison générale ac_1 bien supérieure à l'inclinaison *ac*, admise dans notre théorie, et qui ne pourrait jamais dépasser 45 degrés.

Cette corrosion latérale produite dans la première phase du lavage discontinu, est le défaut capital de cette méthode. On voit combien elle est heureusement évitée dans la nouvelle. Les deux méthodes sont d'ailleurs intimement liées, et si nous n'avons pas fait plus tôt l'observation actuelle, c'était pour ne pas anticiper dans la théorie de l'une sur celle de l'autre, et en mieux marquer les différences.

§ VIII. *Conduites d'eau.*

Réservoirs. — L'eau des chambres, une fois saturée, est conservée dans de vastes réservoirs où un long repos facilite son épuration. Ces réservoirs sont simplement des chambres de dissolution partiellement exploitées offrant une vaste capacité. Ils sont nécessairement situés à un étage inférieur à celui que l'on exploite, et contiennent ordinairement une quantité de soole suffisante pour approvisionner les usines pendant quatre mois.

Nous venons de voir que, dans la méthode du lavage continu, la chambre exploitée sert elle-même de réservoir; la production n'est pas intermittente.

Conduites d'eau. — Les eaux, qu'elles soient douces ou salées, circulent dans l'intérieur de la mine, comme à l'extérieur, dans des conduits en bois. Ce sont simplement des troncs de pins de 3 mètres de long, forés suivant l'axe et qui s'emboîtent les uns dans les autres (*fig.* 20). On produit quelquefois l'assemblage au moyen d'un double coin en bois (*a*, *fig.* 21) ; mais il en résulte un rétrécissement du diamètre qui entraîne des pertes de charge.

Près des chambres, les tuyaux sont en fonte, pour éviter les pertes, particulièrement la conduite enterrée dans le barrage. Une disposition particulière leur permet de céder aux petits tassements du terrain (*fig.* 22). L'assemblage consiste en un tube en cuivre *bb*, replié de façon à pouvoir s'allonger et se raccourcir d'une petite quantité; il est fixé aux deux tubes en fonte au moyen de chanvre enduit de mastic au minium interposé entre le cuivre et la fonte. Des boulons ayant un peu de jeu complètent le serrage.

Les conduites reposent simplement à terre ou bien sur des cales en bois des deux côtés des galeries ; elles ont une pente d'environ 2° dans la mine, et généralement supérieure au dehors.

Diamètre. — Leur diamètre varie de 0m,079 à 0m,157, suivant le débit à assurer. On donne généralement le même diamètre aux conduites qui amènent l'eau douce dans une chambre et à celles qui emmènent la soole. Cependant, à Aussee, pour le lavage continu, on a donné aux conduites d'eau salée 1/5 de section en sus de celles des conduites d'eau douce, afin d'éviter les engorgements. Nous avons d'ailleurs vu que le volume de dissolution à faire écouler est seulement 0,97 du volume de l'eau douce.

Prix du forage. — Les troncs de pins sont forés pour des prix très-modiques. Voici le prix du forage par mètre courant de conduite :

Diamètre intérieur. mètres.	Prix du forage. fr.
0,157	0,20
0,131	0,17
0,105	0,14
0,079	0,11

Conduites extérieures. — Les conduites extérieures mènent l'eau salée aux diverses usines, nommées *Sudhaus*, alimentées par la mine, savoir :

1° A Hallstadt ;
2° A Ischl ;
3° Et à Ebensee.

De la saline à l'usine d'Hallstadt, une conduite placée à fleur de terre descend rapidement la montagne sous un angle variable ; elle a une longueur d'environ 1/2 mille.

Quatre rangs de conduites se dirigent vers Ischl ; ils partent du réservoir de la saline, et suivent le long du lac d'Hallstadt, les flancs abrupts de la montagne, depuis le Rudolphsthürm jusqu'à Gosauzwang ; là ils franchissent l'étroite vallée où coule le torrent de Gosau pour venir se jeter dans la Traun, au moyen d'un aqueduc en bois de 135 mètres de long, reposant sur sept piliers en maçonnerie dont le plus haut a 43 mètres. Puis les quatre conduites continuent de longer

les coteaux qui bordent la route d'Ischl, en descendant doucement.

La dissolution est recueillie à Ischl dans de grands réservoirs en bois ; de là on en envoie la moitié à Ebensee en y ajoutant 1/3 d'eau salée provenant de la mine d'Ischl.

La distance d'Hallstadt à Ischl est évaluée à 1 3/4 mille, celle d'Ischl à Ebensee, à près de 2 1/2 milles. Trois des conduites ont $0^m,09$ de diamètre intérieur ; la quatrième que les incrustations des premières ont forcé d'ajouter plus tard a $0^m,11$.

Réservoirs intermédiaires. Pertes. — Les conduites exigent une certaine surveillance : de mille en mille sont établis des réservoirs dans lesquels on peut faire écouler la soole pour le cas où les conduites qui suivent auraient besoin de réparations. On s'aperçoit des pertes par la différence de débit de deux réservoirs consécutifs où des jaugeurs sont toujours établis.

L'évaluation de ces pertes est incertaine jusqu'ici ; on estime qu'il y a, entre Ischl et Ébensee, 12 p. 100 de perte annuelle.

Préservation de la gelée. — L'eau salée est exposée à geler dans les conduites pendant l'hiver. Pour éviter les graves conséquences qui en résulteraient, on n'hésite pas à chauffer la dissolution, dès que l'abaissement de la température fait concevoir des craintes. Le moyen employé pour cela est des plus simples ; on fait passer les conduits (en fonte), où circule l'eau salée, à travers l'eau bouillante d'un certain nombre de chaudières disposées à cet effet, à la suite des réservoirs.

Un autre procédé s'emploie à Aussee, la soole se rend aux usines, situées dans la vallée, à un mille environ de distance, par des conduits enfouis dans le sol à $0^m.60$ de profondeur.

§ IX.

Personnel de la mine. Zechenhaus.— Les habitations des mineurs, dans cette contrée montagneuse, sont pour la plupart éloignées de la saline. De là un régime tout particulier, une sorte de casernement institué en faveur des ouvriers. Ceux-ci viennent au Salzberg, de deux et trois lieues de loin, le lundi de chaque semaine, avant midi. Ils apportent leurs provisions et logent en commun dans de grandes maisons nommées Zechenhaus. Ils quittent le Salzberg tous les vendredis à midi pour retourner dans leur hameau, passer, au milieu de leur famille, les journées du samedi et du dimanche.

Distribution du travail. — Voici leurs heures de travail :

Lundi, de midi à 6 heures du soir ;
Mardi, de 6 heures du matin à midi et de 2 heures après midi à 8 heures du soir ;
Mercredi. . . . . *idem.*
Jeudi. . . . . *idem.*
Vendredi, de 6 heures du matin à midi.

Cela fait quarante-huit heures de travail par semaine.

Approvisionnements. — La rémunération consiste en payement en argent au bout de chaque semaine. De plus l'administration fournit du blé et du beurre fondu à un prix bien inférieur au cours des marchés voisins. Chaque ouvrier ou employé a droit annuellement à 268 litres de blé, il a droit de plus à 157 litres pour sa femme, et moitié en sus par enfant âgé de moins de 12 ans. Le blé lui est fourni à raison de 6f,80 l'hectolitre, et le beurre fondu à raison de 0f,80 le kil. Les mineurs ont une retraite assurée au bout de quarante années de service.

Les employés supérieurs ont droit à la retraite au bout du même temps. Ils reçoivent gratis le bois et le logement.

Voici le tableau du personnel de la saline à Hallstadt:

Employés supérieurs.

	SALAIRE par semaine.	ANNUELLEMENT : Bois de chauffage	Indemnité de logement.	Graisse pour l'éclairage.
	fr.	st.	fr.	kil
1 Obersteiger (suivant l'ancienneté. . . .	15,75 ou 18,38	40	logement.	58
1 Berggeschworene.	13,12	40	68,25	58
1 Id.	11,80	40	60,37	53
2 Id	10,50	40	52,50	58
1 Teneurs de livres.	9,17 à 10,50	30	»	22
1 Conservateurs du matériel	7,87 à 9,13	30	»	22
2 Surveillants pour les conduites d'eau.	7,87	»	»	38
4 Préposés au curage.	7,87	»	»	29
1 Serrurier chef..	7,87	»	»	
14				

Ces employés ont droit à 33 kilos de beurre fondu annuellement.

Mineurs.

	SALAIRE par poste (6 heures de travail).	ANNUELLEMENT Beurre fondu.	Graisse pour l'éclairage.
	fr.	kil,	kil.
48 Mineurs de première classe. . .	0,85	33	41
61 Mineurs de deuxième classe. . .	0,75	27	30
67 Mineurs de troisième classe. . .	0,65	27	30
69 Mineurs de quatrième classe. . .	0,55	27	22
37 Mineurs de cinquième classe. . .	0,45	20	14
282			

Le personnel de la mine atteint presque le chiffre de 300 personnes (296). C'est parmi les ouvriers (Knappen) de première classe qu'on prend les abatteurs du sel gemme; ceux de la deuxième classe sont les charpentiers et les ouvriers chargés du service de l'eau. Les autres sont des maçons, des rouleurs et manœuvres de tout genre.

On remarquera que la quantité de graisse nécessaire pour l'éclairage dans la mine est soigneusement fixée pour chaque mineur. Cette mesure a pour but d'empêcher le gaspillage.

L'éclairage de la mine ne laisse pas, en effet, que d'occasionner une dépense sensible. Le kilogramme de graisse coûte 1f,52; et il est facile de calculer que l'administration en fournit 8.384 kil. annuellement ce qui correspond à une dépense de 12.744 francs.

Frais de main-d'œuvre. — Le salaire total s'élève par semaine à 1.257f,50 et par an à 67.905 francs, non compris les frais du bois, du blé et du beurre fondu; il faut y ajouter 233f,62 d'indemnités de logement. Les frais de main-d'œuvre et de surveillance, d'après cela, se soldent directement par une somme de 68.138 francs par an. Quant à la dépense faite par l'administration pour les fournitures de vivres, etc., on conçoit qu'elle varie suivant l'abondance des récoltes et les circonstances dans lesquelles se passe le marché.

Production annuelle. — La saline produit annuellement environ 136.000 mètres cubes de soole. Voici quelles furent les volumes de soole envoyés aux divers bâtiments de cuite en 1859.

Production de la saline d'Hallstadt en **1859.**

ENVOI AUX USINES.	MÈTRES CUBES de soole.	TONNES DE SEL extraites de la soole.
D'Hallstadt	30.056	8.242
D'Ischl (*)	34.943	9.840
D'Ebensee (*)	71.010	19.682
Total	136.009	37.764
Sel gemme extrait directement	....	532
Total	136.009	38.296

(*) On traite à Ischl et à Ebensee une dissolution composée de deux tiers de soole provenant de la saline d'Hallstadt et d'un tiers soole de la saline d'Ischl. Les nombres indiqués sont les deux tiers des nombres qui expriment la production totale à Ischl et à Ebensee.

Prix de revient. — En comparant à la production le total des frais, nous en déduirons le prix de revient de la soole. On peut estimer que ces frais s'élèvent à 172.000 francs.

	fr.
Frais de surveillance et de main-d'œuvre.	68.138
Entretien des galeries, percement de galeries nouvelles, frais généraux et accessoires.	103 862
Total.	172.000

La production annuelle étant de 136.000 mètres cubes de soole, le prix de revient du mètre cube est de 1f,26; ce mètre cube rend de 275 à 280 kil. de sel.

Ce prix n'a pas sensiblement varié depuis une dizaine d'années; les économics obtenues dans l'extraction sont employées depuis 1856 à ouvrir un nouveau stollen, portant le nom de l'empereur François-Joseph, à 40 mètres au-dessous du stollen de l'impératrice Marie-Thérèse.

Prospérité de la saline. — L'extension que reçoit annuellement la saline est justifiée par sa situation prospère. Le gîte, d'une richesse suffisante pour en rendre fructueuse l'exploitation par lavage, forme un large stock, facilement accessible à ses différents étages, dont la profondeur paraît destinée à rester toujours inconnue. La substance à extraire, le sel, a une valeur importante qui contribue à la fois à la prospérité de l'État et à celle du pays. Enfin d'heureux perfectionnements s'introduisent dans la pratique, si longtemps stationnaire. Le travail par l'eau est inventé et appliqué à Hallstadt. En même temps on découvre à Aussee la méthode du lavage continu. Cette méthode nous paraît destinée à remplacer l'ancienne, et nous serions heureux que notre courte étude lui fît rendre justice.

DEUXIÈME PARTIE.

TRAITEMENT DU SEL DANS LE SALZKAMMERGÜT.

La première partie de ce mémoire a fait connaître l'exploitation des trois salines d'Ischl, d'Hallstadt et d'Aussee auxquelles la contrée doit son nom expressif de Salzkammergüt.

On a vu que l'argile salifère qui constitue les gîtes est traitée par voie de dissolution et fournit une eau saturée de sel, nommée soole, que l'on amène par des canaux en bois jusqu'aux usines, où on la soumet à l'évaporation.

Les bâtiments de cuite sont établis au pied des montagnes de sel d'Aussee, d'Hallstadt et d'Ischl; un quatrième établissement, dont l'importance égale celle des trois premiers ensemble, s'élève à Ebensee.

Les quatre usines dépendent, comme les mines, de la direction générale de Gmunden, à laquelle la direction des forêts a été pendant longtemps réunie. Depuis 1854, elle en a été séparée à la suite d'un changement dans les attributions des ministères. Le gouvernement a le monopole du sel.

Des perfectionnements très-importants ont été introduits dans la cuite du sel depuis un petit nombre d'années, et l'usine d'Ebensee en a principalement profité. C'est cette usine importante que je me propose de décrire d'une façon spéciale : j'aurai soin d'indiquer en même temps les dispositions anciennes qu'ont en partie conservées les trois autres usines.

§ I.

Situation et consistance de l'usine. — Ebensee est un petit village agréablement situé sur les bords du lac de Traun, à l'endroit où vient s'y jeter la rivière du même nom après

avoir successivement traversé les lacs d'Aussee et d'Hallstadt et la petite ville d'Ischl.

Les montagnes de calcaire jurassique, dont une large déchirure livre passage aux eaux rapides de la Traun, mettent Ebensee à l'abri des vents du nord. Près de l'anse demi-circulaire où stationnent les barques qui font journellement le trajet d'Ebensee à Gmünden, s'élèvent les deux beaux bâtiments des salines, reconnaissables de loin aux épaisses vapeurs qui s'échappent de leurs hautes cheminées.

L'établissement fondé en 1613 fut entièrement détruit en 1836 par un violent incendie ; c'est à ce sinistre que l'usine actuelle, entièrement bâtie à neuf, doit son imposante régularité.

Le bâtiment principal contient quatre chaudières d'évaporation accouplées deux à deux ; chaque groupe est accompagné de deux séries de chambres de dessiccation et de deux ateliers de mise en forme; il se nomme *Sudwerk*, ou par abréviation Werk.

Les deux groupes du bâtiment principal se nomment, l'un Oberes werk ou Metternich werk; l'autre Unteres werk ou Lobkowicz werk.

Le second bâtiment, situé vis-à-vis du premier, de l'autre côté de la grande route, renferme un troisième groupe nommé Schiller werk.

Chaque werk comprend vingt-huit chambres de dessiccation chauffées par les gaz provenant du foyer des deux chaudières, et huit chambres de dessiccation accessoires à foyer spécial; le Schiller werk fait exception et n'a que huit chambres, toutes à foyer spécial. On a construit récemment encore deux étuves; ce qui porte leur total à quatre-vingt-deux. Joignez à cela un peu de logement pour le personnel de l'usine. C'est à peine s'il y a un magasin pour le sel; car les pains, au sortir des ateliers, sont chargés dans de grands bateaux plats et transportés à l'entrepôt de Gmunden. Quant au bois, d'immenses provisions sont entassées çà et là sur les

bords de la Traun. Une petite chute d'eau, à quelque distance, met en mouvement la roue à augets d'un atelier de réparations comprenant quatre feux de forge, deux martinets et une machine à river et à faire les boulons.

Peu complexe, on le voit, l'usine occupe néanmoins les bras de plus de cinq cents ouvriers ou manœuvres et suffit à une production annuelle de 27.000 à 28.000 tonnes de sel.

Réservoirs pour la soole. — On traite à Ebensee et à Ischl la même dissolution saline (soole). Elle se compose de $\frac{1}{3}$ de la soole fournie par la saline d'Ischl, et de $\frac{2}{3}$ de la soole qui provient d'Hallstadt.

Le mélange s'opère à Ischl dans de grands réservoirs formés de madriers exactement rejointoyés. Il y a à Ischl six réservoirs de 45 mètres cubes de capacité, dont deux sont réservés pour la soole destinée à Ebensee; un septième réservoir alimente les bains d'eau salée établis à Ischl depuis 1822.

A Ebensee, il y a trois réservoirs:

	mètres cubes.
Le réservoir n° 1 contenant.	155
Le réservoir n° 2 contenant.	142
Le réservoir n° 3 contenant.	155
De plus, un petit réservoir de.	16
Total.	468

La soole s'écoule des réservoirs d'Ischl dans ceux d'Ebensee par des conduites en bois établies à découvert sur le flanc des collines qui bordent la route.

Jaugeage. — Le jaugeage se fait très-simplement en plongeant dans le réservoir une longue règle divisée et notant le point d'affleurement; à Ischl, on observe le niveau dans un tube de verre vertical, fixé à l'extérieur du réservoir et muni d'une règle divisée. Le jaugeage est partout contrôlé au moyen d'un pouce d'eau analogue à celui de Prony.

Évaluation de la richesse. — On évalue par trois moyens différents la quantité de matière saline contenue dans la soole :

1° Par l'aréomètre ;

2° Par la méthode du flacon, en usant d'une table de correction qui donne la relation de la richesse avec la densité pour chaque degré du thermomètre ;

3° Par la pesée du résidu obtenu par l'évaporation à sec d'un certain poids de la dissolution.

Ce dernier procédé donne en moyenne, à Ischl, 26,5 p. 100 de matière saline.

L'analyse chimique a fait connaître que pour 100 parties de chlorure de sodium, la dissolution contient 6,14 de sels étrangers, principalement des chlorures de magnésium et des sulfates de potasse, de soude et de chaux. Nous verrons plus tard comment la moitié de ces impuretés s'élimine pendant la cuite ; mais auparavant nous allons décrire sommairement le traitement du sel, pour pouvoir ensuite discuter avec plus de clarté le détail des appareils et des opérations.

Exposé du traitement du sel. — L'eau salée en quittant les réservoirs dont nous avons parlé, situés au second étage du bâtiment, arrive par des conduits au-dessus des chaudières d'évaporation placées au premier étage.

Ces chaudières, de forme quadrangulaire, sont en tôle ; elles ont environ 20 mètres de longueur sur 10 de largeur et $0^m,50$ de profondeur. Elles reposent sur des piliers en briques réfractaires et sont chauffées sur toute leur largeur par les flammes d'un quintuple foyer situé au rez-de-chaussée. La soole, dont on maintient le niveau constant, les remplit habituellement sur une hauteur de $0^m,32$; des robinets servent à en régler l'admission.

L'eau s'évaporant, le sel se dépose en cristaux ou plutôt en poussière cristalline sur le fond de la chaudière ; toutes les deux heures on le retire au moyen de longues râcles

en tôle, et on le met immédiatement en pains dans un vaste atelier qui occupe la hauteur de deux étages, le long de la chaudière.

Les pains de sel, de la dimension d'un pain de sucre ordinaire, sont aussitôt portés dans les étuves, où ils perdent leur humidité et prennent de la consistance. Les étuves sont placées à la suite de la chaudière en deux étages; elles sont chauffées par les gaz du foyer qui y circulent et entraînent la vapeur d'eau cédée par les pains. Au sortir des étuves les pains sont propres à être vendus.

Vente du sel sous forme de pains. — Nous appelons dès maintenant l'attention sur la vente du sel sous forme de pains, seul mode usité en Autriche. On pourrait, comme dans les pays voisins, en Bavière et en Wurtemberg, vendre le sel en barils ou en sacs; mais les barils sont coûteux; d'autre part le sel en sacs prend de l'humidité, augmente de poids et excite la défiance de l'acheteur. Les fabricants de sel se préoccupent donc avant tout d'obtenir des pains bien consistants, capables de supporter sans détériorations de longs trajets. De là une manipulation qui renchérit le sel, il est vrai; mais le gouvernement autrichien ne pourrait réformer ce mode de vente sans exciter, m'a-t-on dit, un mécontentement général.

§ II.

Chaudières, — Nous venons de dire que l'évaporation du sel se fait dans une vaste chaudière de forme rectangulaire, chauffée dans toute sa largeur par les gaz du foyer, et alimentée d'une manière continue.

Les quatre chaudières de l'Oberes et de l'Unteres werk, dont le dessin est joint à ce mémoire (Pl. III, *fig.* 1 à 4), ont 20^m,75 de long sur 10^m,38 de large; leur hauteur est de 0^m,50 et leur superficie de 215 mètres quarrés. Les deux chaudières du Schiller werk sont un peu plus petites; elles ont chacune 190 mètres quarrés de superficie.

Construction des nouvelles chaudières. — Chaque chaudière est formée par six cent trente-six plaques de tôle rectangulaires d'une épaisseur de 3 millimètres ; quatre cent quatre-vingt-six d'entre elles, formant le fond, ont $1^m,10$ de long sur $0^m,42$ de large ; les plaques des bords ont des dimensions un peu différentes marquées avec soin sur la Pl. III. (Les nombres inscrits entre parenthèses indiquent le nombre des pièces du même modèle.) Voici le détail de ces plaques :

Plaques de fond : de *a* à *g*.
Plaques des côtés : de *h* à *t*.

Côté d'avant, AB (Bärstatt).	$h + K =$ 2 plaques d'angle. $i =$ 24 plaques.
Côté d'arrière, CD.	$g + o =$ 2 plaques d'angle. $p =$ 24 plaques.
Côtés AD et BC.	$l + t =$ 2 plaques. $m + s =$ 2 plaques. $n + r =$ 20 plaques.

Tout le long du bord, suivant lequel on retire le sel, la chaudière présente un enfoncement de $0^m,10$ nommé barstatt, dans lequel l'*unterbärer* rassemble les cristaux qu'enlèvent ensuite à la pelle les ouvriers nommés *vorzieher*.

Sur les deux côtés de la chaudière, les plaques *l* et *k*, *t* et *h* présentent le profil reproduit Pl. IV, *fig.* 1.

Les plaques sont assemblées par groupes de seize, de façon à rendre les réparations faciles et peu onéreuses. L'assemblage se fait au moyen de 14.954 rivets fabriqués par une machine très-simple dans la forge d'Ebensee ; la tête des rivets est toujours à l'extérieur de la chaudière ; 1182 vis à écrou servent à assembler les plaques du fond avec celles des côtés.

La tôle employée doit être de première qualité pour ne pas se tordre sous l'action de la chaleur. Elle provient de la Styrie, et la chaudière coûte environ 10.000 francs

Anciennes chaudières. — Les chaudières dont nous parlons sont introduites depuis peu de temps dans le Salzkammergut; la première a été installée à Ebensee en 1849 par les soins du directeur des salines, conseiller ministériel, M. Plenzner, de Scharneck. Les anciennes chaudières (Chablonen) étaient de forme circulaire et composées de plaques de tôle de $0^m,006$ d'épaisseur, dont quatre ou cinq se superposaient en plusieurs points, notamment au-dessus des issues de la flamme (*Feuerstätte*); de là des réparations pénibles et coûteuses. De plus la chaleur ne traversait pas bien. On était obligé d'enduire l'extérieur de la chaudière avec du lait de chaux pour la préserver de l'oxydation; l'air entrant par la porte du foyer la frappait directement. Nous verrons tout à l'heure, en nous occupant des foyers, comment ce dernier inconvénient a été évité à Ebensee. Une de ces chaudières subsiste encore à Hallstadt; la *Frauen reiter Pfanne* qui a 275 mètres quarrés de superficie. Il existe aussi à Aussee deux chaudières dites tyroliennes, construites sur le modèle de celles de Hall, en Tyrol; mais elles seront prochainement remplacées par les nouvelles chaudières, comme on a déjà commencé à le faire au *Neues werk.*

Voici le nombre des chaudières des divers systèmes qui sont actuellement dans le Salzkammergut.

Anciennes chaudières autrichiennes :

1 à Hallstadt.	5
1 à Aussee.	
Chaudières tyroliennes :	
2 à Aussee.	
1 à Ischl.	

Nouvelles chaudières autrichiennes :

6 à Ebensee.	10
2 à Ischl.	
2 à Aussee.	

Quantité de fer consommée annuellement. — J'ai sous les yeux un tableau indiquant la consommation de fer qu'ont nécessitées en 1859 les diverses chaudières du Salzkammergut. Il en résulte que le fer consommé dans les nouvelles chaudières d'Ischl et d'Ebensee n'atteint pas 1/4 de celui que nécessitent les anciennes. Celles-ci en exigent une telle quantité qu'elles sont, au bout d'un petit nombre d'années, comme complétement renouvelées. Dans l'état actuel des choses, 1 mètre quarré de surface de chaudière nécessite annuellement une dépense moyenne de 8 kil. de fer, plus de 1/3 de son poids. Les chaudières d'Ebensee en exigent moins de 3, soit au plus 1/8 du poids.

Foyer. — Cet avantage provient en grande partie de la construction du foyer, qui prévient l'oxydation de la tôle. En effet, une voûte en briques réfractaires est interposée entre les flammes et la chaudière sur une longueur de 5 mètres. La tôle n'est donc plus chauffée à feu nu, ni frappée par l'air oxydant. On s'attache d'ailleurs avec le plus grand soin à rendre la combustion complète dans le foyer; et il faut, en effet, pour ne pas noircir les pains de sel, une fumivorité absolue. Les dimensions des foyers actuels réalisent cette condition aussi bien que possible.

Chacune des quatre grandes chaudières de l'Oberes et de l'Unteres werk a un foyer quintuple; il est quadruple seulement pour les deux chaudières plus petites du Schiller werk. Chaque foyer partiel est voûté, comme nous l'avons dit, sur une longueur de 5 mètres; sa plus grande hauteur est de 1^{m},40, et sa largeur de 1^{m},10; l'intervalle de deux foyers partiels est de 0^{m},23 (Pl. III, *fig.* 2 à 4). Aux foyers succède, suivant la longueur de la chaudière, un rampant de 0^{m},80 de hauteur moyenne, aussi large que la chaudière. Des piles de briques réfractaires, au nombre de deux cent soixante et une s'élèvent régulièrement de distance en distance sur le sol du rampant et supportent la

chaudière. Quand on observe par une ouverture latérale l'immense brasier qui illumine la voûte, ces piliers rougeâtres ressemblent à autant de colonnes d'un immense temple incendié.

Combustibles. Bois. — Le combustible employé est le bois que fournissent en abondance les épaisses forêts qui couvrent le pied des montagnes.

Le foyer est à flamme renversée; on le remplit comme on ferait pour une cheminée avec des bûches de 1 mètre de long, dont les extrémités reposent sur les deux petits murs *aa* (Pl. III, *fig.* 4).

L'air nécessaire à la combustion s'introduit par un canal coudé *bb* pratiqué dans l'épaisseur du mur de tête (Pl. IV, *fig.* 2); il s'échauffe de la sorte avant de pénétrer dans le foyer, ce qui produit une économie de combustible. Pour que le tirage ait lieu par le canal *bb*, l'ouverture de chargement O est maintenue fermée par une porte en tôle, *t*, à charnière, que le chauffeur manœuvre facilement à l'aide d'un levier. Dans cette porte est pratiqué un regard qui permet de suivre la marche du feu.

Emploi de la tourbe à Ischl. — On utilise de la tourbe à Ischl moyennant un canal supplémentaire *cc* par lequel l'air entre directement, et complète la combustion en détruisant toute fumée. Ce point est très-important puisque les gaz émanant du foyer sont, au sortir du rampant, directement employés à dessécher le sel. On brûle à Ischl moitié bois et moitié tourbe, par couches alternatives; l'expérience a montré que 1 quintal métrique de tourbe produit le même effet que 0,340 stère de bois tendre. Un chauffeur travaillant huit heures par jour est occupé à recharger du combustible dans chaque foyer, de six en six minutes. Les chargements dans les cinq foyers d'une chaudière sont distribués de façon à maintenir constamment l'uniformité dans la combustion générale.

Quantité de bois consommée. — On brûle à Ebensee un mélange de bois dur et de bois tendre; on admet dans les comptes que 1 stère de bois dur vaut 1st,587 de bois tendre, et l'on réduit d'après cela le bois dur consommé en bois tendre.

Voici quelles ont été les quantités de bois brûlées en 1859, pour la cuite seulement, dans les trois werk. Nous ferons remarquer, en passant, qu'on ne compte pas par années du calendrier, mais par années d'administration (Verwaltungsjahre) se confondant avec les années militaires, et commençant au 1er novembre. Les nombres placés entre parenthèses expriment le bois dur réduit.

	Bois dur.		Bois tendre.
	stères.	stères.	stères.
Oberes werk	3.363	(4.663)	16.073
Unteres werk	1.876	(2.601)	18.675
Schiller werk	1.396	(1.936)	17.877
		9.200	52.625
Total (compté en bois tendre)		61.825	

Durée de l'évaporation. — La température, à la sortie des flammes du foyer, est de 1.400 degrés centigrades; elle est d'environ 400 degrés au rampant. Sous cette température élevée les plaques de tôle se courbent et se brûlent particulièrement au-dessus des *Feuerstätte*. De là des réparations qui nécessitent un arrêt d'une quinzaine de jours trois fois dans l'année. Tous les quatorze jours il y a en outre deux jours de chômage pour le décrassage de la chaudière. Le nombre des journées de cuite s'est ainsi réduit en 1859 aux chiffres suivants:

	Nombre des journées de cuite.
Oberes werk	295 jours 20 heures.
Unteres werk	299 — 22 —
Schiller werk	299 — 0 —

Si l'on compare la quantité de bois brûlé au nombre de journées de cuite, on trouve qu'une chaudière consomme environ 35 stères par vingt-quatre heures (voir page 90).

§ III.

Hauteur de la soole dans la chaudière. — La dissolution saline est amenée dans la chaudière par des conduits en bois ou en fonte, munis de robinets, et débouchant au-dessus des Feuerstätte, à l'endroit qui est le plus exposé à la chaleur. Une hauteur de $0^m.32$ de dissolution au-dessus du fond est nécessaire pour obtenir un sel capable de donner des pains compactes et solides. Mais, au commencement de la campagne, la température étant trop forte parce que la chaudière n'est pas encore incrustée, les cristaux seraient trop petits pour donner des pains consistants : on maintient alors dans la chaudière $0^m.34$ de hauteur de dissolution; à la fin de la campagne on n'en garde plus que $0^m.30$; car la température en s'abaissant donnerait des cristaux trop volumineux.

Extraction du sel. Disposition de l'atelier. — Quatre ouvriers, deux *oberbärer* et deux *unterbärer* travaillant durant six heures, deux fois par jour, font en commun et alternativement le service de deux chaudières accouplées. L'oberbärer, armé d'un râble en tôle, emmanché au bout d'une perche de 12 mètres de long (Pl. IV, *fig.* 4), ramène de temps en temps les cristaux déposés sur le fond de la chaudière (*fig.* 3) vers son milieu *ab*, en opérant dans le sens de la petite dimension; l'unterbärer, au moyen d'un râble moitié moins long, attire les cristaux dans la concavité ou bärstatt, qui longe la chaudière du côté de l'atelier de mise en pains. Cet atelier occupe la hauteur du rez-de-chaussée et du premier étage pour permettre la manœuvre des râbles. Les chaudières sont au niveau du premier étage et les foyers au rez-de-chaussée. La vapeur d'eau, qui se

dégage en quantité considérable, se rassemble sous un vaste manteau ou toiture et s'échappe par une cheminée de bois : le manteau descend jusqu'à 1 mètre environ de la surface de l'eau, pour éviter l'introduction de l'air et le refroidissement de la dissolution ; on a reconnu qu'il est inutile de le faire descendre jusqu'à la chaudière même.

Égouttoirs. — Toutes les deux heures, deux hommes (*vorzieher*) enlèvent le sel au moyen d'une large pelle en tôle (*fig.* 5); ils commencent, l'un en *b*, l'autre en *e*, et jettent successivement le sel dans les douze caisses en bois *m* (*fig.* 3 et *fig.* 6) qui garnissent le mur de l'atelier.

Pompes. — Le sel, dont la température est d'environ 100°, y séjourne quelques minutes (*fig.* 6), et s'égoutte sans se refroidir. L'eau saline qui en provient se réunit à celle qui découle du plancher légèrement en pente de l'atelier dans un bassin A, où plongent des pompes destinées à remonter les eaux au-dessus de la chaudière, pour qu'elles subissent une nouvelle évaporation et abandonnent le sel qu'elles contiennent encore. On a installé pour cet usage, à Ebensee, une magnifique pompe foulante et aspirante en cuivre, mue par une petite machine à colonne d'eau : de peur de détériorations causées par la matière saline, on a poussé la précaution jusqu'à recouvrir de cuivre la tige en fer du piston. Mais une simple pompe en bois, qu'un homme manœuvre pendant quelques minutes toutes les deux heures, suffit pleinement. On n'en emploie pas d'autre à Aussee. A Hallstadt, on se sert d'une pompe aspirante double : pour soupape, il y a un boulet en laiton; la tige du piston est en fer, et cela ne peut présenter d'inconvénient puisqu'elle ne passe pas dans un collier.

Le sel égoutté est successivement retiré des caisses à égoutter; il suffit pour cela de tirer le verrou de la porte *p*, et le sel tombe sur la table *t*. Un ouvrier l'enlève à la pelle et en remplit une rangée de barils qui s'élèvent exactement au niveau de la table.

Füderl. — Les barils en forme de tronc de cône s'appellent *Füderl;* ils sont composés de douves assemblées et cerclées de fer. Le fond, à claire voie, fait corps à part; il est muni de quatre pattes en fer qui emboîtent la partie supérieure.

Comme on fabrique des pains de diverses grandeurs, dont le poids varie communément de 10 à 22 kilogrammes, il y a des formes de divers calibres. Nous donnons (*fig.* 7, 8 et 9) les dimensions d'un füderl employé dans l'Oberes werk, et qui sert à fabriquer des pains du poids le plus ordinaire, de 16 kilogrammes. Ces formes, construites solidement durent très-longtemps. Leur prix ne dépasse pas 3 francs la pièce. Il en faut 300 par werk.

Fabrication des pains. — Les füderl sont remplis à la pelle avec du sel convenablement égoutté. Pour ne point laisser tomber de sel à côté, et remplir à la fois trois rangées de füderl, on a établi à Ebensee des tables échancrées en demi-cercle sur leurs bords, de façon que deux tables juxtaposées couvrent complétement l'espace laissé libre entre les füderl (*fig.* 10). L'ouvrier, debout sur ces tables, tasse le sel dans les barils au moyen d'un gros pilon en bois. Les füderl une fois remplis jusqu'à déborder, l'ouvrier descend et relève les tables mobiles autour d'une charnière *c*, et munies d'un pied en fer (projeté sur le plan en *p*); il enlève alors facilement les füderl et les remet à l'ouvrier finisseur. Celui-ci commence par aplanir la surface du sel au moyen d'un battoir en bois de forme carrée (*fig.* 11). Puis il retourne le füderl dessus dessous, enlève le fond et d'un coup de battoir comprime le sel qui remplissait le fond et qui maintenant déborde.

La pratique est un peu différente à Aussee; là on charge le sel dans les formes, au niveau de la chaudière, sans faire égoutter. On se contente alors d'enlever avec un rateau le trop-plein du sel, au lieu de le comprimer : l'eau saline, très chaude, dont l'excès découle de tous côtés, suffit pour

cimenter les cristaux de sel, et les pains obtenus sont aussi durs qu'à Ebensee; mais il y a plus de dissolution saline à soumettre à une nouvelle cuite.

Le füderl contient maintenant un pain de sel cohérent; il passe entre les mains d'un apprenti qui enlève les arêtes vives du pain, à ses deux extrémités, au moyen d'une espèce de rabot. L'outil se compose d'une planchette ovale audessous de laquelle est fixée une lame de plomb *ab* (*fig.* 12 et 13) triangulaire, ayant la courbure du füderl. L'ouvrier le saisit par la planchette *c* et le promène le long de chaque circonférence du pain. Le sel chassé par la pointe *b* de la lame s'échappe par l'ouverture pratiquée au-dessus et vient recouvrir la surface antérieure de la planchette. Les deux arêtes du pain abattues, on enlève le füderl, et le pain est obtenu. Reste à le dessécher.

§ IV.

1° *Étuves chauffées par les gaz perdus des chaudières.* — A la suite de chaque chaudière sont établies quatorze étuves en deux étages, sept à chacun. Ces étuves sont accolées, dans le sens de leur longueur; elles sont munies chacune d'une porte de chargement en tôle, donnant sur une galerie commune A (Pl. III, *fig.* 5 et 6). Leur longueur est de 5^{m},70, leur largeur de 2^{m},50, et leur hauteur de 2^{m},66, jusqu'au sommet de la voûte surbaissée qui les recouvre. Le plancher des étuves est en tôle et supporté de 0^{m}.63 en 0^{m}.63 par des poutres transversales en fonte, en forme de T; il est percé, derrière la porte de chargement, d'une ouverture rectangulaire *a* de 0^{m},40 de long sur 0^{m}.32 de large, fermée par une porte en tôle. Du côté opposé règne une longue galerie, commune aux étuves des deux chaudières accouplées, communiquant avec deux cheminées de 0^{mc},400 de section; chaque chambre de dessication communique avec cette galerie par deux ouvertures *b* quarrées, de 0^{m}.43 de côté,

pratiquées à la partie inférieure. Sous le plancher en tôle des étuves règne un grand espace libre de 0m.63 de haut, qui s'étend sans interruption sous toutes les chambres d'un même étage. Cet espace, qui fait suite au rampant, communique avec lui par trois canaux *f* de 1 mètre de section chaque. Si toutes les ouvertures des étuves sont fermées, les gaz qui ont servi à la cuite du sel passent au-dessous des étuves du premier étage, montent par la cheminée *d* au deuxième étage, circulent sous les étuves de cet étage et finissent par s'échapper par une cheminée *k*. De la sorte les étuves sont chauffées extérieurement, comme des moufles. Mais cela ne suffirait pas ; on ferme la cheminée K et l'on ouvre les portes *a* et *b*. Les gaz chauds entrent alors par *a*, vaporisent l'eau contenue dans les pains de sel, auxquels ils abandonnent directement leur chaleur ; ils sortent par *bb* et entraînent la vapeur d'eau dans la galerie commune ; ils s'échappent ensuite par les deux cheminées *c*.

Disposition des pains. Supports. — Comment sont disposés les pains dans l'étuve pour pouvoir tous se dessécher entièrement? Ils ne peuvent évidemment être empilés ; ils reposent sur des barres de fer rectangulaires dont la longueur égale la largeur des chambres. Pour prévenir l'oxydation de ces barres et la coloration du sel en rouge, on les recouvre d'une série de briques creuses, prismatiques, qui forment un véritable fourreau (Pl. IV, *fig.* 14). Ces briques sont fabriquées par une machine absolument comme des tuyaux de drainage ; elles ont 0m,14 de long et 0m,015 d'épaisseur. On les juxtapose le long de la barre de fer qu'on enduit d'argile pour produire l'adhérence : la barre ainsi composée est recouverte d'une glaçure pour ne pas retenir de sel. On dispose ces supports sur des tringles horizontales fixées deux à deux à la même hauteur, aux deux longs murs de la chambre de dessiccation, et on les écarte convenablement pour qu'ils supportent deux par deux une file de pains. Ils forment ainsi, depuis le plancher de l'étuve jusqu'à la

voûte, cinq étages sur lesquels on range les pains de sel, à peu près comme des livres sur les rayons d'une bibliothèque en observant seulement qu'ils ne se touchent point. Voici de quelle manière on procède : Avant d'enfourner les pains, l'étuve étant vide, on dispose deux premières rangées de barres sur lesquelles on place les pains; puis, quand les pains sont disposés sur toute la hauteur de l'étuve, l'ouvrier *placeur* (füderlsetzer) recule d'un pas, place de nouvelles rangées de supports sur lesquels il posera de nouveaux pains : il procède ainsi en se retirant jusqu'à la porte de l'étuve, qu'il ferme, lorsque celle-ci est remplie.

Une étuve contient environ 1.600 pains.

Durée de la dessiccation. — La durée de la dessiccation varie avec la position des étuves; dans les étuves du premier étage, elle est de deux jours au moins, et dans celle du deuxième de quatorze jours au plus. On remarquera d'ailleurs que les gaz ne circulent jamais dans les quatorze étuves à la fois; les portes d'entrée *a* sont fermées pour les étuves dans lesquelles on enfourne ou bien l'on défourne les pains.

Dans les étuves chauffées par les flammes perdues, la dessiccation ne coûte pas de combustible; mais elle exige un temps assez long (six à sept jours en moyenne). Aussi ces étuves ne sont-elles pas suffisantes; on emploie simultanément avec elles des étuves à foyer spécial.

2° *Étuves à foyer spécial.* — Les étuves à foyer spécial sont des chambres voûtées dans lesquelles on dispose les pains exactement comme dans les étuves que nous venons de décrire; mais il faut certaines dispositions, d'une part, pour que les pains voisins du foyer ne soient pas exposés à fondre; d'autre part, pour qu'il n'y ait pas de fumée capable de les noircir. Un foyer à flammes renversées occupe le milieu de l'un des côtés; il est suivi d'une petite chambre voûtée de 1^{m},25 de largeur sur autant de longueur et 1^{m},60 de hauteur, dont les murs sont percés de trois ouvertures

de $0^{mq},10$. Les gaz du foyer se rassemblent dans cette petite chambre, y achèvent leur combustion et ne viennent qu'ensuite en contact avec les pains. Arrivés à l'extrémité de l'étuve, ils descendent au-dessous et se rendent à la cheminée, avec la vapeur d'eau qu'ils entraînent, par un long canal souterrain.

La durée de la dessiccation est dans ces étuves de trente à trente-six heures. Si l'on compte le temps nécessaire pour enfourner et défourner les pains, les chômages, etc., on trouve qu'une dessiccation a lieu à peu près tous les cinq jours.

Voici quelles sont les quantités de sel que l'on peut dessécher annuellement dans les trois werk d'Ebensee.

Metternich werk.	10.000 tonnes dans 28 étuves sans foyer spécial.
	4.400 tonnes dans 8 étuves à foyer spécial.
Lobkowiez werk.	10.000 tonnes dans 28 étuves sans foyer spécial.
	4.400 tonnes dans 8 étuves avec foyer spécial.
	1.000 tonnes dans 2 autres étuves *id.*
Schiller werk (*).	8.000 tonnes dans 8 étuves à foyer spécial.
Total. . . .	37.800 tonnes dans 82 étuves.
Savoir :	20 000 tonnes dans les étuves sans foyer spécial.
	17.800 tonnes dans les étuves à foyer spécial.

On a effectivement desséché 29.523 tonnes de sel en 1859; sur ce nombre, on a desséché :

	tonnes.
Par foyers spéciaux.	10.660
Sans foyers spéciaux.	18.863
Total.	29.523

Combustible. — Le combustible employé est le bois dur. Voici quelles ont été en 1859 les quantités brûlées :

	Stères (bois dur).	Stères (réduit en bois blanc).
Oberes werk.	203	280
Unteres werk.	107	148
Schiller werk.	1.370	1.900
Totaux.	1.680	2.328

(*) Le bâtiment n'a pas permis d'installer des étuves à la suite des chaudières.

Une tonne de sel exige pour la cuite 2 stères de bois; elle en exige 0st,220 à 0st,230 pour être desséchée séparément, dans une étuve à foyer spécial. Il faut pour la dessiccation seule environ 1/11 du bois nécessaire pour la cuite.

Perfectionnements. Dispositions à Ischl et à Hallstadt. — Les chambres de dessiccation, des deux sortes, donnent des résultats satisfaisants. Cependant elles sont encore susceptibles de perfectionnement.

On a introduit à Ischl une modification heureuse dans les étuves placées à la suite des chaudières. L'ouverture d'entrée des gaz chauds a été portée à 0mq,40, et l'on a établi quatre portes de sortie des gaz, deux au-dessous de la voûte de la chambre et deux au-dessus du plancher. Au commencement de la dessiccation, on ouvre les deux portes supérieures et les gaz chauds dessèchent les pains les plus élevés; à la fin, on ouvre les deux portes inférieures, et les pains les moins haut placés sont desséchés à leur tour. La dessiccation est ainsi mieux répartie et se termine plus tôt.

A Hallstadt, les pains se dessèchent en quatorze à vingt-deux heures dans de grandes étuves à foyer spécial contenant 1.500 à 2.000 pains. Les gaz sortent avec la vapeur d'eau par une ouverture de 1 mètre de haut sur 0m,65 de large.

La disposition du foyer ne suffit pas complétement à préserver les pains de sel placés près des ouvertures d'un noircissement superficiel. La flamme est là refroidie par la formation de la vapeur d'eau et dépose du noir de fumée. Cet inconvénient se présente à Ebensee. On l'a évité à Hallstadt en employant le foyer représenté Pl. IV, *fig.* 15, dans lequel la flamme séjourne un peu plus longtemps. Les ouvertures latérales sont remplacées par une seule ouverture O à la partie supérieure : *cd* est une voûte en briques réfractaires, *ab* est une plaque de tôle enduite d'argile (elle fait l'office d'une voûte que les murs latéraux n'auraient pu soutenir).

Deux de ces foyers sont établis pour une seule étuve, à

droite et à gauche de la porte de chargement. Cette dernière disposition n'est d'ailleurs pas spéciale; il y a aussi dans le schiller werk une grande étuve à deux foyers.

Défournement.— Quand la dessiccation est terminée, des manœuvres sortent les pains de l'étuve et les transportent sur l'épaule à l'atelier de finissage et de pesage.

Les pains sont fréquemment souillés par des bavures de sel fondu; il faut quelquefois les détacher par la force de leurs supports auxquels ils adhèrent; enfin les pains qui sortent les premiers des étuves à foyer spécial sont souvent brunis à la surface.

Épreuve et pesée des pains. — On débarrasse les pains de leurs bavures, à la hache; on gratte leur surface, on rétablit les arêtes vives, puis on les pèse. L'ouvrier qui surveille la pesée marque au crayon rouge sur le pain son poids en livres. Pour prévenir la perte de poids, suite de dommages qui pourraient se produire dans le transport des pains jusqu'à Gmunden, il est recommandé à ce surveillant d'inscrire un poids fictif inférieur de 1/8 de kil. au poids réel. Les pains, pour être bons, c'est-à-dire susceptibles de transport, doivent rendre un son métallique au marteau : cette épreuve se fait en même temps que la pesée. Les mauvais pains sont cassés et refondus dans les chaudières. Les rognures sont vendues comme sel pour le bétail.

Mise en magasin. — Les magasins sont placés au rez-de-chaussée sous le rampant de la chaudière; cette position les rend parfaitement secs. On y descend les pains, depuis le premier étage, au moyen d'une corde enroulée sur une poulie; aux extrémités de la corde sont deux plates-formes en bois, maintenues par des guides dans leur course verticale. Au premier étage, on place un pain sur l'une des plates-formes : le pain descend aussitôt avec rapidité et arrive au rez-de-chaussée, pendant que l'autre plate-forme remonte à vide. Les chocs sont amortis par deux plateaux à ressort sur lesquels les plates-formes viennent tomber.

Transport à Gmunden. — Les pains ne restent pas longtemps en magasin; ils sont chargés directement dans de grands bateaux plats et couverts, et transportés par eux à Gmunden : la charge d'un bateau est de 25 tonnes.

§ V.

Vente. Sel en pains. — C'est à Gmunden, sur la rive gauche du lac de Traun, que se fait la vente du sel fabriqué à Ebensee, à Ischl et à Hallstadt; celui que produit l'usine d'Aussee (en Styrie) se vend sur place. Nous avons vu qu'Ebensee livre le sel, nommé füderl salz, sous forme de pains, du poids moyen de 16 kilogrammes; Ischl et surtout Hallstadt livrent en outre des pains beaucoup plus grands nommés fuder, du poids de 64 kilogrammes, dont la fabrication tend à disparaître.

Les pains sont chargés à Gmunden, sur un lit de paille, dans les wagons du chemin de fer de Linz : les rails du chemin de fer se prolongent à travers la ville jusqu'à la place d'arrivage des bateaux chargés de sels, où se trouve l'entrepôt. Quand des pains mal faits se sont détériorés par le premier transport, il est nécessaire de les emballer. On achève de les casser, on les réduit en poudre et l'on en remplit des barils qui peuvent en contenir 50 kilos.

Sel en baril. — Ces barils sont formés de petites douves en bois de sapin et cerclés en osier. Les planchettes ou douves sont livrées à Gmunden, par les bûcherons, toutes taillées; un ouvrier les assemble alors très-rapidement; car il confectionne 60 barils dans sa journée. Néanmoins, la façon et l'emballage reviennent à environ $0^{f},30$ par baril ou par demi-quintal de sel; le gouvernement fait payer le quintal métrique de sel mis en baril 1 franc de plus que le quintal de sel en pains. Mais on ne met en barils qu'une petite quantité de sel; car les pains bien fabriqués peuvent supporter sans dommage de longs transports. Les barils sont d'ailleurs peu solides; une fois

ouverts, ils ne peuvent plus servir à un nouvel emballage : le bois n'estplus bon qu'à être brûlé.

Prix de vente. — Le quintal de sel de cuisine (Kochsalz) se vend au prix élevé de 36f,25 ; mais une réduction de prix considérable est faite pour le sel nécessaire aux fabriques et au bétail. Pour empêcher ces deux catégories de sel de servir à une consommation à laquelle elles ne sont pas destinées, on a soin de les souiller au moyen de quelques matières recommandées par leur bon marché et leur innocuité.

Viehsalz. — Ces matières sont, pour le sel à donner au bétail (viehsalz), le charbon en poudre et la gentiane, plante qui croît en abondance dans le pays. On ne prend d'ailleurs pas pour cela le sel en pains, mais du sel gemme, et des déchets non souillés de la fabrication des pains. Les proportions sont les suivantes :

Sel gemme.	$\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$	100
Déchets.	$\frac{2}{3}$ à $\frac{1}{2}$	
On ajoute à ce mélange :		
Gentiane.	$\frac{1}{2}$ p. 100	1 p. 100
Charbon..	$\frac{1}{2}$ p. 100	

Le quintal de sel pour le bétail se vend en sac à Gmunden au prix de 11f,87.

Sel des fabriques. — Le gouvernement a voulu favoriser les fabriques en leur vendant le sel, à l'usine, à raison de 4f,24 seulement le quintal ; c'est à peu près le prix coûtant. Ce sel devant être pur, on prend pour cela le sel des chaudières qui se trouve en cristaux trop gros ou trop petits pour être mis en pains, et on le mélange sur place, avant la vente, avec du vitriol fourni par la fabrique. En 1859, il a été vendu à Gmunden environ 300 tonnes de sel ainsi mélangé.

Dungsalz. — Le *Dungsalz* est du sel servant d'engrais pour l'agriculture. Les déchets salins impurs sont mêlés avec un peu moins de 25 p. 100 de cendres provenant des foyers : le mélange doit contenir 75 p. 100 de sels solubles. On arrose le dungsalz avec de l'urine pour le maintenir humide et favoriser, au contact de l'air, la formation d'azotate de soude et d'ammoniaque. En 1859, il a été vendu 73 tonnes de cet engrais.

Pfannstein. — Outre ces différentes espèces de sel, on vend encore pour les bestiaux le résidu des chaudières (pfannstein), quand il est suffisamment riche en sel : le prix du quintal en est de 23f,43 ; la moyenne du sel contenu est alors de 75 p. 100, le reste est composé principalement de sulfate de soude et de sulfate de chaux.

Analyses chimiques de la soole, du sel, du pfannstein, etc. — J'appellerai maintenant l'attention sur les analyses suivantes dues, à M. le professeur Schrötter, de Vienne, qui venait à peine de les achever lors de mon arrivée dans le Salzkammergut. Je reproduis d'abord une analyse de la dissolution saline d'Hallstadt, déjà indiquée dans la première partie de ce travail.

Analyse de la soole d'Haltstadt.

	Composition pour 100 parties de dissolution.	Composition pour 100 parties de sels.
Chlorure de sodium.	25,064	93,866
Id. de magnésium. . .	0,490	1,835
Bromure de magnésium. . .	0,020	0,075
Sulfate de potasse.	0,465	1,734
Id. de soude.	0,325	1,217
Id. de chaux.	0,340	1,273
	26,702	100,000

La quantité de chlorure de sodium atteint près de 94 p. 100 de la totalité des sels, et le sel étranger le plus important après lui est le chlorure de magnésium, dont la saveur est estimée dans certaines provinces ; il n'en reste qu'une

quantité minime dans le sel des pains, comme le montre l'analyse suivante.

Analyse du sudsalz.

Chlorure de sodium.	94,969
Chlorure de magnésium.	0,760
Sulfate de soude.	1,615
Sulfate de chaux.	0,614
Eau.	1,740
Résidu insoluble.	0,130
	99,828

Cela tient à ce que le chlorure de magnésium ne cristallise pas en même temps que le chlorure de sodium, mais se concentre en grande partie dans l'eau mère; l'autre partie se trouve dans les stalactites de sels qui se forment à la base des pains dans les étuves (*Salzauswüchse*), sans doute parce que le chlorure de magnésium fond à une température assez basse. Il n'en reste que 0,76 p. 100 dans le sudsalz. Celui-ci contient d'ailleurs peu de sulfates (environ 2 1/2 p. 100); car les sulfates passent en grande partie dans la croûte nommée pfannstein, qui inscruste la chaudière. On conçoit du reste que la composition de cette croûte doit beaucoup varier suivant la température à laquelle elle se forme et suivant l'épaisseur qu'on lui permet d'obtenir. La composition de l'eau mère varie en même temps, mais entre des limites moins étendues.

Analyse des produits accessoires.

	Pfannstein n° 1.	Pfannstein n° 2.	Salz-auswüchse.	Eau-mère.
Chlorure de sodium. . .	25,920	79,501	78,380	21,300
Chlorure de magnésium.	traces.	1,52	7,710	3,990
Bromure de magnésium.	»	»	»	0,051
Sulfate de potasse.	2,240	0,37	3,420	1,485
Sulfate de soude.	34,870	9,114	»	1,904
Sulfate de chaux.	34,710	8,765	2,140	0,097
Eau.	2,260	0,63	8,350	»
Total.	100,000	99,903	100,000	29,007

La matière incrustante atteint une épaisseur de 1 centimètre au bout de dix jours; dans les creux de la chaudière, où la chaleur est plus forte, il se forme une croûte plus épaisse. Plus cette épaisseur est grande, plus la soole s'épure, mais aussi plus il y a de chlorure de sodium qui passe dans les incrustations; c'est ce que montre l'analyse n° 2, qui se rapporte à un pfannstein épais destiné aux bestiaux.

Au-dessus de 10 centimètres d'épaisseur, le pfannstein peut être vendu; il contient plus de 75 p. 100 de sel; au-dessous de $0^m.10$ d'épaisseur, il contient beaucoup trop de sulfates de chaux et de soude (analyse n° 1), et on le jette dans la rivière.

Déchet. — D'après l'analyse de la soole on calcule aisément qu'il y a 6,53 parties de sels étrangers pour 100 parties de chlorure de sodium; on calcule aussi que le sel des pains en contient (abstraction faite de l'eau) 3,27, également pour 100 parties de chlorure de sodium. Donc la composition de ce sel nécessite l'élimination de 6,53 — 3,27 ou 3,26 p. 100 de sels étrangers. Tel serait le déchet théorique, si le résidu de l'évaporation (pfannstein) était exempt de chlorure de sodium. Mais l'impureté et l'abondance des matières incrustantes, et surtout les pertes mécaniques inévitables qui accompagnent la mise en formes, la dessiccation et le nettoyage des pains, font monter le déchet à un chiffre plus élevé. Le déchet total constaté par le rendement de l'usine est de 13,4 p. 100.

§ VI.

Résultats généraux. — Nous devons à l'obligeance de M. Plenzner, de Scharneck, directeur des salines à Gmunden, le tableau ci-joint qui donne pour les années d'administration (Verwaltungs jahre) 1858 et 1859, les résultats généraux concernant la fabrication du sel à l'usine d'Ebensee.

Résultats pour les six chaudières d'Ebensee (Années 1858 et 1859).

RÉSULTATS GÉNÉRAUX.	1858	1859
Durée de la cuite.	300j 16h	298j 6h
Surface de chauffe des chaudières.	125m2	125m2
Volume de la dissolution saline évaporée.	114.802m3	106.616m3
Consommation de combustible :	stères.	stères.
1° Pour la cuite suivie de dessiccation : { Bois dur réduit	14.125	9.200
{ Bois tendre.	50.428	52.625
Total	64.553	61.825
2° Pour la dessiccation opérée à part ; bois réduit en bois tendre.	3.914	2.332
Consommation totale.	68.467	64.157
Sel produit :	tonnes.	tonnes.
Sel pur (Füderlsalz).	30.726	28.721
Sel de qualité inférieure (non réussi, déchets, etc.)	954	802
Total.	31.680	29.523
Sur ce total :		
Sel desséché par foyer spécial	16.652	10.660
Sel non desséché par foyer spécial.	15.028	18.863
De là résultent les nombres suivants :	tonnes.	tonnes.
Production totale en 24 heures.	105,0	99,0
Production par mèt. quarré de surface de chaudière.	0,840	0,792
Bois consommé en 24 heures (bois tendre et dur réduit en bois tendre) :	stères.	stères.
Dessiccation spéciale exclusivement	228,0	215,5
Dessiccation spéciale inclusivement	214,5	208,0
Bois brûlé par tonne de sel pour la cuite suivie de dessiccation	2,037	2,094
Bois brûlé par tonne de sel desséché par foyer spécial, pour cette dessiccation seule.	0,235	0,219
Bois brûlé pour la cuite par mèt. cube de dissolution.	0.564	0,580
Rendement du mètre cube de soole.	kil. 277	kil. 277
Déchet par mètre cube (la dissolution livrée par les mines est supposée contenir 320 kil. de sel par mètre cube).	43	43
Déchet pour 100 de sel contenu	13,4	13,4

Effet utile des chaudières. — Il résulte du tableau ci-dessus que les chaudières d'Ebensee consomment en moyenne 0.572 stères de bois tendre par mètre cube de soole, pour réduire en vapeur 680 kil. d'eau. En d'autres termes, le stère de bois tendre pesant 320 kilos, l'évaporation de 1 kil. d'eau consomme $0.00084 \times 320 = 0.268$ kilos de bois Or la vaporisation de 1 kil. d'eau exige 650 calories ou bien 0.232 kil. de bois (le pouvoir calorifique du bois

étant de 2,800 calories). L'effet utile des chaudières atteint donc le chiffre très-élevé de $\frac{232}{268} = 86$ p. 100.

Personnel de l'usine. Salaires.—Le tableau ci-dessous indique le personnel attaché à une double chaudière, à un werk.

Le payement des ouvriers est établi d'après le même système que celui dont nous avons indiqué l'usage dans les salines. L'administration se charge de subvenir à l'entretien d'une partie du ménage des ouvriers, en achetant du bois, du grain et du beurre fondu (schmalz) et les vendant à bas prix. Outre le payement qu'il reçoit au bout de la semaine, chaque ouvrier a droit annuellement à 268 litres de blé, à 33 kil. de beurre fondu, et à une certaine quantité de bois qui varie, suivant son grade, de 17 à 25 stères. Il paye par hectolitre de blé un prix modique de 6f,80, et 0f,80 par kil. de beurre fondu; il reçoit de plus, au même prix, 157 litres de blé pour sa femme et moitié en sus par chaque enfant âgé de moins de douze ans. Une retraite lui est assurée après quarante ans de service.

Les ouvriers travaillent douze heures par jour, par poste de six heures, sauf exception pour quelques travaux pénibles; ainsi les chauffeurs ne travaillent que huit heures; de même les ouvriers qui placent les pains dans les étuves. La durée du travail est trop grande, à juger par les effets produits sur la population. On ne trouve pas à Ebensee la belle race du Tyrol, si renommée; les habitants sont de constitution chétive et atteignent rarement à la vieillesse.

Personnel attaché à une double chaudière.

		Payement par semaine.
		fr.
1	pfannmeister (contre-maître)	11,37
1	surveillant des chaudières	10,50
2	surveillants de la mise en pains	9,20
1	surveillant de magasin } pour quatre chaudières	10,95
1	inspecteur du matériel } pour quatre chaudières	10,95

4 oberbärer, } rassemblant le sel des chaudières dans le bärstatt		9,35
4 unterbärer, }		8,27
8 vorzieher retirant le sel du bärstatt		7,35
12 ouvriers mettant le sel dans les formes		5,10
16 ouvriers comprimant le sel dans les formes		6,13
16 aides		6,13
20 finisseurs des pains de première classe		5,50
16 finisseurs des pains de deuxième classe		4,60
10 sécheurs (enlevant les pains)		6,90
6 füderlsetzer (plaçant les pains dans l'étuve)		6,75
12 chauffeurs des chaudières		7,35
4 dörrputzer, nettoyeurs des étuves		6,12
4 chauffeurs des étuves à foyer spécial		6,57
8 porteurs		6,13
4 surveillants		6.75
		Payement par jour. fr.
3 compteurs des pains		1,10
3 peseurs		1,10
4 numéroteurs		0,96
10 manœuvres		1,31
6 aides		0,96
176		

La solde du personnel s'élève à 1160 francs par semaine : or la production d'une double chaudière est en moyenne de 34 tonnes par jour ou 238 tonnes par semaine. D'après cela les frais de main-d'œuvre, par tonne de sel, s'élèvent à 4f,87. Mais il faut ajouter aux ouvriers sus mentionnés des maçons, des charpentiers, des forgerons, des gardiens pour les conduits d'eau salée; des femmes pour transporter le sel dans les magasins, etc.; de sorte qu'en réalité, les frais s'élèvent, d'après la moyenne annuelle, à 5f,80 par tonne de sel (13 *kreutzer par centner*).

Frais de traitement. — Les frais de la fabrication du sel se répartissent approximativement de la manière suivante :

Frais rapportés à la tonne de sel.

		fr.
Combustible	2,2 stères de bois valant 5f,87 le stère	12,91
Main-d'œuvre.	Salaires	5,80
	Frais d'approvisionnements fournis aux ouvriers	0,85

Entretien du matériel et des bâtiments	2,23
Frais de direction et de bureau	2,95
Frais accessoires	1,91
Total des frais de fabrication	26,65

Prix de revient. — Dans la première partie de ce travail nous avons évalué à 1f,26 le prix de revient du mètre cube de dissolution salée, prise au sortir de la mine. Nous avons aussi vu que l'éloignement des usines entraîne des frais de conduite de l'eau salée de la saline à l'usine, et des pertes inévitables dans le trajet. Par suite, le prix de revient du mètre cube de dissolution salée rendue à l'usine s'élève un peu; il est d'usage de le fixer à 1f,58 (2 kreutzer par pied cube). Pour obtenir le prix de revient de la tonne de sel en pains, livrée à Gmunden où s'opère la vente, il faut ajouter aux frais de fabrication le prix de la matière première et les frais de transport.

Prix de revient de la tonne de sel en pains livrée à Gmunden.

	fr.
Matière première, 3m3,610 de dissolution salée à 1f,58	5,70
Frais de traitement	26,65
Frais de transport jusqu'à Gmunden	1,78
Total	34,13

Bénéfice. — Si l'on se reporte au prix de vente, qui est de 36f,25 par quintal ou de 362f,50 par tonne, on voit que la fabrication de chaque tonne de sel fournit le bénéfice énorme de 328f,37. Le sel se vend dix fois sa valeur.

Le monopole de la fabrication du sel assure à l'État un revenu considérable dont il lui serait actuellement difficile de se passer : c'est pour lui une source de richesse des plus abondantes; la valeur du sel extrait dans les divers pays soumis à l'Autriche s'élève annuellement à 90 millions de francs.

Production du Salzkammergut. — Les salines du Salzkammergut seules fournissent chaque année du sel pour une valeur de plus de 20 millions de francs.

Dans les années 1858 et 1859 la production a été la suivante :

Production des salines du Salzkammergut.

ESPÈCE DU SEL.	ANNÉE 1858	ANNÉE 1859
	tonnes.	tonnes.
Sel en gros grains (Fudersalz)............	5.582	1.569
Sel en pains plus petits (Fuderlsalz).........	59.437	61.778
Sel de qualité inférieure...............	1.898	1.707
Production totale.........	66.917	65.054

Ici se termine notre travail. Nous avons successivement examiné comment le sel est extrait des profondeurs de la terre à l'état de dissolution et comment ensuite on le retire de l'eau qui lui a d'abord servi tout à la fois de moyen d'épuration et de véhicule.

Dans la première partie de ce mémoire, nous ne nous sommes pas contentés de décrire l'organisation remarquable des travaux, nous avons encore appelé l'attention sur la méthode nouvelle du lavage continu et cherché à montrer quel progrès considérable elle est destinée à réaliser dans l'exploitation des salines.

Dans la partie métallurgique, nous avons eu à signaler l'heureuse disposition des nouvelles chaudières d'Ebensee et des étuves établies à leur suite, et leur faible consommation de combustible.

Le développement considérable des salines, l'originalité des procédés d'extraction et de fabrication du sel et l'importancedes progrès dont ils ont été l'objet dans ces dernières années, enfin l'attrait qu'offre le pays pour le géologue et même pour le simple voyageur, désignent le Salzkammergut comme un lieu privilégié pour l'étude de l'exploitation des argiles salifères.

RAPPORT

SUR

L'EXPLOITATION DE L'HUILE MINÉRALE DANS L'AMÉRIQUE DU NORD,

Par M. GAULDRÉE-BOILEAU, ingénieur des mines, consul de France au Canada (*).

L'un des sujets qui ont le plus occupé l'attention publique dans le cours des dernières années, est la production à bon marché de corps propres à servir de combustibles ou à être utilisés pour l'éclairage. Dans le Royaume-Uni, où cette question a moins d'importance peut-être que sur le continent européen, à cause des riches gisements de houille que possèdent les îles Britanniques, les découvertes de M. James Young ont cependant éveillé un grand intérêt; elles ont donné de la valeur à des substances à peine connues auparavant, et dont l'exploitation a pris depuis quelque temps une extension remarquable; elles ont de plus introduit dans le commerce des articles nouveaux dont l'industrie a su tirer un heureux parti. En Angleterre, les efforts ont été dirigés surtout vers la fabrication d'huiles à brûler, de corps gras et de matières tinctoriales. Malgré le bas prix de la houille, qui dans certaines localités du Royaume-Uni ne se vend pas, à l'orifice des puits, plus de 6 shillings la tonne; et les facilités exceptionnelles qu'offre en conséquence la fabrication du gaz, la consommation de l'huile dite paraffine, pour laquelle M. Young est patenté, n'en a pas moins

(*) Ce travail de M. Gauldrée-Boileau est extrait d'un rapport adressé à M. le ministre des affaires étrangères.

atteint dernièrement le chiffre de 8 millions de gallons par an. Cette huile est en partie extraite du charbon connu sous la dénomination de *boghead coal* ou minéral de Forbey, mais on ne se contente pas en Angleterre de distiller le *boghead coal*, pour en retirer des huiles; on traite aussi dans un but identique des tourbes et des schistes bitumineux; on fait même venir de la vallée de Irawaddi, dans l'empire Birman, des pétroles bruts que l'on raffine et qui fournissent une huile appelée, je crois, belmontine. L'usage des huiles minérales s'est tellement répandu dans le Royaume-Uni, depuis l'impulsion donnée par M. Young, qu'une seule maison de Londres a fabriqué, ainsi qu'une enquête récente le constatait, 374.000 lampes pour ce nouveau mode d'éclairage. En Allemagne, l'huile minérale ou de charbon commence également à être connue et largement employée. On s'en sert surtout dans le nord. Hambourg est même devenu à cet égard le centre d'une production importante qui emprunte ses éléments aux schistes bitumineux, utilisés aussi en Angleterre. Je ne sache pas qu'en France l'huile de charbon joue dans l'économie domestique un rôle considérable. Chez nous on s'est principalement occupé des moyens de réduire le prix du combustible, qui est généralement fort élevé; les questions liées à l'éclairage ne sont venues qu'en seconde ligne; mais la chimie a su appliquer à la teinture quelques-unes des substances provenant de la distillation des matières d'où les nouvelles huiles à brûler sont extraites, et c'est ainsi qu'elle a réussi à fixer sur les étoffes plusieurs nuances fort à la mode aujourd'hui.

En Amérique, je parle seulement des États-Unis et des colonies anglaises, l'huile de charbon ou kerosène est entrée depuis longtemps dans la consommation habituelle. On la retire tantôt de schistes bitumineux, tantôt de charbons minéraux analogues au *cannel oil*. Sa fabrication a été portée à un haut degré de perfection; elle est incolore, presque sans odeur, ne semble pas explosive quand elle est

bien préparée, et donne une lumière dont l'éclat est supérieur à celui du gaz ; elle est d'ailleurs fort économique ; vendue au détail, elle vaut de $2^{f},70$ à $4^{f},05$ le gallon ($3^{lit},63$).

La plupart de ces faits sont connus ; il était nécessaire cependant d'en présenter l'ensemble pour mettre à même d'apprécier l'importance des découvertes qui viennent d'être faites dans le Haut-Canada. *Les puits d'huile* récemment mis au jour dans cette partie de la province et d'où le pétrole sort en quantités qui semblent inépuisables, doivent prochainement, si les apparences ne sont pas trompeuses, déterminer, sur les marchés d'Amérique et d'Europe, une révolution qui atteindra toutes les industries que j'ai brièvement passées en revue. Il n'y a plus de doute possible sur l'existence de vastes réservoirs souterrains dans lesquels l'huile de pétrole s'est accumulée pendant des périodes de temps dont la durée est incalculable. Les distillations qui s'effectuent aujourd'hui dans les usines par de rapides procédés, la nature les a lentement opérées dans les profondeurs de la terre. C'est une source de richesses dont on ne saurait encore estimer la valeur mais qui se révèle dans un moment fort opportun, puisqu'elle paraît destinée à combler une lacune, regrettable au point de vue du bien-être général, et dont la science moderne s'était inquiétée à juste titre.

On sait que le pétrole ou bitume à l'état liquide a été connu et employé de toute antiquité. Il y avait des puits dans l'île de Zante qui alimentaient une partie de la Grèce ; et le pétrole d'Agrigente était même brûlé dans des lampes sous le nom d'huile de Sicile. Quant au bitume, dont on s'était servi, au lieu de mortier, dans la construction des murailles de Babylone, il provenait des sources d'Is, auprès de l'Euphrate, qui ne sont pas épuisées à l'époque actuelle. Cette portion de l'Asie a du reste toujours été riche en gisements de matières bitumineuses. Entre autres localités, je

citerai le lac Asphaltite, dont l'ancien nom a été remplacé par celui de mer Morte.

L'île de la Trinité renferme un lac analogue à celui de la Judée. L'asphalte, à différents états, se trouve également dans l'île de Cuba, la Barbade et le Venezuela. En Europe, le duché de Parme possède des sources de naphte, qu'on utilisait même au siècle dernier pour éclairer les rues d'une ou deux villes, de Gênes notamment. En Asie, le pétrole de Bakôu, sur les bords de la Caspienne, donne lieu à un commerce dont la valeur, suivant des évaluations récentes, s'élèverait à plus de 3 millions de francs par an. J'ai déjà mentionné les puits d'huile minérale de l'empire Birman; on prétend qu'ils fournissent chaque année 400.000 barils d'une capacité d'environ 380 litres chacun.

L'importance de ces divers gisements date principalement des découvertes de M. Young. C'est à partir de cette époque que l'attention des spéculateurs s'est aussi dirigée, aux États-Unis et au Canada, vers des terrains connus depuis longtemps pour contenir des substances de nature bitumeuse, mais que l'on n'avait pas songé à exploiter, tant qu'on avait ignoré le parti à tirer des huiles obtenues en raffinant les bitumes solides ou fluides. Ces terrains appartiennent tous aux formations paléozoïques qui couvrent, comme on le sait, une vaste étendue du continent nord américain. Dans les autres parties du monde, les bitumes se rencontrent dans la formation tertiaire ou les étages supérieurs de la formation secondaire; mais aux États-Unis, de même qu'au Canada, on ne les a trouvés, jusqu'à présent du moins, à l'est des montagnes Rocheuses, que dans les formations silurienne et devonienne. Leur apparence varie d'ailleurs avec les circonstances dans lesquelles ils ont été produits et leur plus ou moins d'oxydation. Des bitumes solides, comme l'asphalte de Naples par exemple, aux huiles liquides, comme le pétrole ou le naphte, on passe par des transitions insensibles. Le pétrole exposé à l'air s'évaporant,

tout en absorbant de l'oxygène atmosphérique, se transforme lentement en asphalte et peut même arriver à la consistance de certaines espèces de charbons. C'est ainsi que l'on explique la présence dans les roches du groupe de Québec, qui se rattachent aux étages inférieurs de la formation silurienne, d'une substance noire, luisante, analogue pour la couleur à l'anthracite mais se réduisant facilement en poudre, dans laquelle les habitants du pays ont cru voir souvent des indications de gisements houillers mais qui n'est autre chose qu'une variété de bitume solidifié. On a constaté au surplus l'existence du bitume à l'état fluide dans l'étage silurien inférieur ; M. Murray, un des géologues provinciaux, a décrit deux sources de pétrole, l'une sur l'île du Grand-Manitoulin, l'autre près d'Hamilton, et l'on a trouvé également de l'huile minérale à la Rivière-à-la-Rose, dans le comté de Montmorency, près Québec ; dans ces différents cas le pétrole semblait provenir de couches calcaires.

Les roches de l'étage silurien supérieur et de la période devonienne sont beaucoup plus riches en huile minérale que celles du terrain silurien inférieur. Ce sont encore des calcaires, le calcaire de Niagara (silurien) et le calcaire cornifère (devonien), qui paraissent contenir les réservoirs de pétrole. Les puits d'huile du Canada-Ouest correspondent, à ce que l'on croit, au calcaire cornifère. Ceux de la Pensylvanie et de l'Ohio sont ouverts dans un grès poreux, qui peut être regardé comme l'équivalent du vieux grès rouge anglais et que recouvrent les couches inférieures du terrain carbonifère, formation qui manque au Canada.

Les huiles minérales aux États-Unis sont distribuées dans une zone parallèle aux Alleghany, c'est-à-dire orientées du N.-E. au S.-O., et s'étendant depuis le lac Ontario jusqu'à la vallée de la petite Kenhawa, en Virginie. Cette bande comprend les comtés les plus occidentaux des États de New-York et de la Pensylvanie, un fragment de la Vir-

ginie au N.-O. et les districts de l'Ohio limitrophes à la rivière qui donne son nom à l'État, entre Wheeling et Pomeroy. Les exploitations de la Kenhawa sont les plus anciennes; dès 1856, elles rendaient annuellement une centaine de barils. Les sources les plus considérables se trouvent actuellement à Mecca, dans le comté de Trumbull, Ohio; et à Titusville, dans le comté de Venango en Pensylvanie. Ces dernières ont surtout de l'importance; elles sont situées dans la vallée d'un affluent de l'Alleghany, qui a reçu le nom d'*Oil-Creek*, et sur les bords duquel les Indiens, qui paraissent avoir connu le pétrole et l'avoir même employé à des usages médicinaux, s'assemblaient autrefois pour célébrer des solennités religieuses. Les premières tentatives pour exploiter en grand l'huile minérale du bassin d'*Oil-Creek* remontent à 1854, et c'est en 1859 seulement qu'elles furent couronnées de succès. Il n'y a pas encore trois ans qu'une veine productive de pétrole fut atteinte à une profondeur de 22 ou 23 mètres par un habitant de Titusville, le colonel Drake, et depuis lors des centaines de puits ont été creusés dans le comté de Venango et dans les parties adjacentes des comtés de Crawford et de Warren.

Les quantités d'huile minérale jetées sur les marchés de la Pensylvanie, de l'État de New-York et du Canada ont été constamment en augmentant : 25.000 barils, d'une capacité de 40 gallons (145,20 litres) chacun, ont dû être expédiés en 1860, et 125.000 au moins en 1861. Ce n'est qu'en août de l'année dernière que le premier puits à écoulement continu, *flowing well*, a été découvert ; on n'avait exploité auparavant que des puits d'où le pétrole était extrait à l'aide de pompes. La production s'est énormément accrue; elle a même cessé d'être en rapport avec les besoins actuels du commerce. L'huile minérale brute, qui valait à New-York, en 1859, 35 cents (1^{f},89) le gallon (3,63 litres), est maintenant tombé à 14 cents (0^{f},76). A ce prix, il ne saurait y avoir de bénéfice possible pour les exploitants ou *oil men*,

comme on les appelle en Pensylvanie : tout le gain qu'ils pourraient faire est absorbé par les transports. L'huile minérale n'a pour ainsi dire plus de valeur aux lieux d'où elle vient. Les puits à écoulement continu se sont multipliés, et dans le nombre il y en a un ouvert sur une veine du nom de Phillips (Empire well), qui rend jusqu'à présent 3.000 barils (4.356 hectolitres) par jour. D'autres puits donnent en vingt-quatre heures, les uns 1.500, les autres 1.000 ou 500 barils. Il n'y a pas en quelque sorte de limite apparente à la production. On ne saurait donc s'étonner de l'encombrement qui règne dans la région minérale. Toutes les voies d'écoulement sont mises à contribution : le chemin de fer de l'Erié, le chemin de fer central de Pensylvanie, la rivière Alleghany, etc. ; mais elles sont toutes trop chères, vu l'état de dépression de la marchandise. Afin de réduire les frais, on commence à construire des raffineries dans le voisinage immédiat des puits ; on a le tort cependant d'en établir trop à la fois, et l'excès de la concurrence qu'elles vont se faire est peut-être à craindre.

A Mecca, l'on n'a pas encore, que je sache, découvert de puits à écoulement continu (*flowing well*), bien qu'on ait atteint des profondeurs de près de 200 mètres, et les seuls puits en exploitation appartiennent à la catégorie de ceux qu'on nomme *pumping wells*, qui, dans les circonstances présentes, ne donnent pas de profits. La *fièvre d'huile*, pour employer une expression américaine, n'a commencé à Mecca que dans le cours de l'été 1860, et depuis lors il y a eu des forages commencés sur plus d'un millier de points. Tous les essais n'ont pas été heureux. Je ne crois pas qu'actuellement les puits en activité soient au nombre de cent ; encore ne fonctionnent-ils qu'irrégulièrement et ne rendent-ils pas, l'un dans l'autre, au delà de 2 barils (2,90 hectolitres) par jour ; leur profondeur moyenne peut être de 21 mètres.

Il serait facile de multiplier les détails et les informa-

tions statistiques, mais je n'ai abordé en passant la question des gisements de pétrole des États-Unis qu'à cause des rapports géologiques qui existent entre ces dépôts et ceux du Canada. Envisagés scientifiquement, ils ne peuvent être isolés les uns des autres. Les couches dans lesquelles on croit que le pétrole est déposé dans le Haut-Canada, passent effectivement sous les formations carbonifères du Michigan, de l'Ohio et de la Pensylvanie et paraissent également contenir les réservoirs d'où provient l'huile minérale des États-Unis. C'est du moins l'opinion des géologues qui cherchent l'origine des pétroles américains dans une sorte de fermentation lente des plantes marines et des détritus animaux de la période paléozoïque, fermentation effectuée à de basses températures et dans un milieu où l'air atmosphérique ne pénétrait pas. D'autres géologues opposent, il est vrai, à cette théorie celle de la distillation lente et presque à froid des matières bitumineuses; aussi font-ils dériver les huiles minérales trouvées dans les bassins houillers de la Virginie occidentale et de la partie limitrophe de l'Ohio des charbons bitumineux que renferme cette formation. Cette dernière explication peut être satisfaisante dans quelques cas, mais est loin de les embrasser tous. La théorie que j'ai citée en premier lieu, bien qu'offrant aussi des difficultés, a le mérite d'être plus générale. On connaît mieux à présent les gisements des États-Unis que ceux du Canada et l'expérience acquise pour les uns peut devenir utile pour les autres.

Le pétrole en Virginie, en Pensylvanie et dans l'Ohio a été habituellement trouvé dans des fissures à peu près verticales. Les roches où elles sont pratiquées et qui appartiennent presque toutes, ainsi que je l'ai déjà dit, à la catégorie des grès, peuvent être horizontales ou légèrement inclinées ou bien peuvent encore porter les marques de révolutions à la suite desquelles elles ont été déplacées et rompues. C'est dans ce dernier cas qu'elles sont le plus

crevassées. Or la richesse des terrains, au point de vue de la production du pétrole, est en rapport direct avec le nombre des fissures qu'ils contiennent. C'est un fait insolite que de rencontrer de l'huile minérale dans des couches horizontales. On en a obtenu au contraire en grandes quantités dans des couches plus ou moins inclinées. Mais les principaux gîtes qui aient été mis au jour l'ont ordinairement été dans les couches où les traces de dislocation étaient évidentes. Les résultats donnés par des puits très-rapprochés les uns des autres ont d'ailleurs été très-différents, non-seulement pour la profondeur à laquelle le réservoir de pétrole a été atteint, mais pour la couleur et la densité de l'huile. A quelques pas de distance, la profondeur a plusieurs fois varié du simple au double. Dans un cas, l'huile était d'une couleur jaune paille, dans l'autre elle était d'un vert foncé. Tantôt elle était accompagnée d'eau douce, tantôt d'eau salée. Les émanations de gaz, qui dénotent souvent la présence du pétrole, étaient loin aussi d'offrir des caractères identiques. On a cru remarquer que la plupart des fissures étaient pleines de gaz à leur partie supérieure, qu'au centre elles contenaient du pétrole, et que cette substance nageait sur de l'eau déposée dans le fond de la crevasse. S'il en était ainsi, on pourrait expliquer les anomalies que je viens de signaler. Je terminerai cette digression sur les huiles minérales des États-Unis par un mot sur leurs densités : l'aréomètre de Baumé a constaté entre elles des différences considérables de 20 à 52 degrés; les huiles légères sont, à ce qu'il paraît, les meilleures pour l'éclairage; mais les pesantes ont des qualités qui les rendent précieuses, quand il s'agit de corps à lubrifier.

Je passe maintenant aux huiles minérales du Canada; elles n'ont encore été exploitées que dans deux localités, à Gaspé sur le golfe du Saint-Laurent, et dans le comté de Lambton à l'extrémité occidentale de la Péninsule comprise entre les lacs Huron, Erié et Ontario.

Les résultats obtenus à Gaspé ont été presque nuls jusqu'à présent. Le pétrole paraît venir des étages inférieurs de la formation silurienne; il a été trouvé dans le voisinage d'un dyke de greenstone qui a produit un pli dans la stratification des roches neptuniennes. Les sources d'huile semblent correspondre aux ondulations du terrain; plusieurs s'annoncent comme devant être abondantes, mais il n'y a pas eu de travaux sérieux entrepris sur aucune d'elles.

Dans le haut Canada, où l'esprit d'entreprise et de spéculation est plus développé, la *fièvre d'huile* a pris au contraire une grande intensité. Le comté de Lambton, au milieu duquel elle a éclaté, s'appuie à l'ouest sur la rivière Saint-Clair et au nord sur le lac Huron; il est traversé dans sa partie septentrionale par deux lignes de chemins de fer, le *Grand-Tronc* et le *Great-Western*, qui viennent toutes les deux aboutir à Port-Sarnia. Les gisements de pétrole sont situés à peu près au centre du comté, dans le canton (*Township*) d'Enniskillen. La station de railway la plus voisine des exploitations est celle de Wyoming sur le *Great-Western*. On compte environ 27 kilomètres de Wyoming aux principaux puits : cette distance sera prochainement franchie à la vapeur; la compagnie du *Great-Western* fait actuellement étudier le terrain avec l'intention d'y établir une voie ferrée.

Les sources d'huile minérale sont d'ailleurs distribuées dans la vallée du *Bear-Creek*, petite rivière qui se jette dans le lac Saint-Clair; elles étaient connues des Indiens et des Français qui ont colonisé le pays. On a dernièrement retrouvé les traces de travaux auxquels on attribue une origine fort ancienne. Ce n'est pourtant qu'en 1850 que M. Murray, l'un des géologues provinciaux, a signalé l'existence du pétrole dans le canton d'Enniskillen; il s'est même peu étendu sur cette découverte et s'est attaché surtout à décrire un dépôt de bitume solide, couvrant, dans le voisinage des sources, une surface de plus d'un demi-acre

($0^{best},202$) et atteignant en quelques endroits une épaisseur de $0^{m},65$. L'attention des spéculateurs fut naturellement éveillée par les observations de M. Murray. Dès 1853, la vallée du *Bear-Creek* devint le théâtre de recherches qui aboutirent, en 1857, à la formation d'une compagnie, organisée par M. W. M. Williams, d'Hamilton, en vue d'exploiter les bitumes solides d'Enniskillen. On ne tarda pas à s'apercevoir, en pénétrant au-dessous de ces bitumes, que les argiles sur lesquelles ils reposaient recélaient des dépôts de pétrole ou bitume liquide plus facile à distiller. On se mit en conséquence à creuser des puits partout. Dès le mois de décembre 1860, il y en avait plus de cent ouverts. A cette époque, on estimait à 300 ou 400.000 gallons (10.900 à 14.500 hectolitres) la quantité d'huile minérale déjà extraite. La profondeur des puits variait de 13 à 39 mètres, et le pétrole qui en provenait offrait les mêmes différences de couleur et de densité que celui de Pensylvanie. Les communications entre les exploitations et la station de Wyoming étaient alors très-mauvaises; il n'y avait pour ainsi dire pas de route praticable, et l'huile brute, transportée au dépôt de chemin de fer du *Great-Western*, y valait $0^{f},75$ environ le gallon ($3^{lit},63$). Le raffinage de ces matières s'effectuait partie à Hamilton, partie à Boston.

L'année 1861 a beaucoup modifié cette situation. Au mois de juin, un habitant de Port-Huron, du nom de Shaw, se mit à creuser un puits auquel il consacra tout son avoir et qui atteignit la profondeur de 66 mètres sans lui donner le moindre résultat. Il était à bout de ressources et presque désespéré. L'aide de ses voisins, qui l'avaient soutenu jusqu'alors, commençait à lui manquer. Il allait être forcé d'interrompre ses travaux, d'y renoncer même, quand tout à coup, à une profondeur de 67 mètres, l'huile se mit à jaillir avec une abondance inouïe: elle n'a pas cessé de couler depuis lors. Le puits de M. Shaw est le premier à

écoulement continu (*flowing well*) qui ait été découvert dans la région d'Enniskillen. On ne savait d'abord comment contenir le pétrole qui débordait de toutes parts. Maintenant on a creusé de vastes bassins pour le recevoir, et l'on a établi des appareils destinés à modérer la production, qui continuerait à être de 1.500 à 2.000 barils par jour (2.178 à 2.904 hectolitres) si l'on ne la réglait pas.

Deux autres puits à écoulement continu ont encore été trouvés dans les derniers mois; ils appartiennent, l'un à MM. Bradley frères, l'autre à MM. Murdoch et Mac Caul; le premier donne environ 2.000 barils (2.904 hectolitres) par jour et le second 600 (871 hectolitres).

Les trois puits à écoulement continu rendent donc ensemble au moins 4.000 barils de pétrole (5.808 hectolitres) en vingt-quatre heures, et rien jusqu'à présent n'a laissé croire qu'ils pussent s'épuiser ou que leur production pût seulement se ralentir.

Au moment d'expédier ce rapport, j'apprends d'ailleurs qu'un quatrième puits à écoulement continu (*flowing well*) vient d'être découvert dans la région d'Enniskillen. Il appartient à MM. Black et Matheson et a été trouvé à un mille au sud des puits de MM. Shaw et Bradley. La veine d'huile minérale a été atteinte à une profondeur de 283′ et le liquide a jailli à une hauteur de 24 pieds au-dessus de l'orifice du puits; il a coulé d'abord à raison de 8 barils par minute; 10.000 barils ont même été perdus avant qu'on pût se rendre maître de cette sorte d'éruption de pétrole. Maintenant le puits de MM. Black et Matheson rend à lui seul plus d'huile que les trois autres *flowing wells* ensemble, on peut juger par ce nouvel exemple de l'énorme richesse des réservoirs de pétrole d'Enniskillen et des pressions considérables auxquelles l'huile était soumise dans le sein de la terre.

Il existe en outre, dans le district d'Enniskillen, un grand nombre de puits d'où l'huile est extraite à l'aide de pompes

(*pumping wells*). La valeur de ces exploitations a nécessairement été affectée par les découvertes de MM. Shaw, Bradley, Murdoch et Mc Caul; elle reste néanmoins fort grande. C'est un élément de richesse qui reprendra son niveau quand l'huile minérale aura trouvé, sur les marchés d'Amérique et d'Europe, les débouchés qui lui manquent encore. Les puits à pompes donnent jusqu'à 30 barils (44 hectolitres) de pétrole en vingt-quatre heures. Ils suffiraient aux besoins présents du commerce; leurs produits auraient même de la peine à se placer. Un savant de Toronto, M. Hind, estimait dernièrement à 8 ou 10.000 barils la quantité d'huile minérale que l'on pourrait, si l'on trouvait à la vendre, expédier toutes les vingt-quatre heures de la région d'Enniskillen. Ces chiffres me paraissent exagérés; mais, en les réduisant de moitié, il reste une production quotidienne de 5.000 barils (7.260 hectolitres), production en voie de s'accroître plutôt que de diminuer. Parmi les causes qui l'entravent en ce moment, la cherté des transports figure au premier rang. Le fret d'un gallon de pétrole est de 0f,07 pour la courte distance qui sépare les exploitations de la station de Wyoming, et de ce dernier point à Toronto de 0f,14. Ces prix devront être beaucoup réduits quand le *Great-Western* aura poussé un embranchement jusqu'à la région minérale, ce qui aura lieu dans quelques mois, et quand il aura construit des chars spéciaux pour le chargement des pétroles, dont l'odeur se communique à tous les objets placés dans le voisinage. On a songé aussi à canaliser le *Bear-Creek* et à faire descendre l'huile jusqu'au lac Saint-Clair, où elle serait directement chargée à bord des bâtiments qui la transporteraient à sa destination. On s'épargnerait ainsi la nécessité de la mettre en barils, opération assez coûteuse, puisque le prix d'un baril de 40 gallons est aujourd'hui de 10f,80. Du port d'expédition sur le lac Saint-Clair, le pétrole pourrait être directement envoyé en Europe dans des navires munis de récipients en fer,

comme ceux en usage pour le transport des huiles de l'empire birman. Il y a là plusieurs problèmes à résoudre. Les principales difficultés naissent de l'odeur des bitumes liquides, du danger qu'offre leur combustibilité et de leur bas prix actuel, qui est tel que leur exportation n'est possible qu'à la condition d'être effectuée d'une manière extrêmement économique.

Tous ces points ont été dernièrement débattus dans un grand *meeting* qui a été tenu à *Black-Creek*, au centre des sources de pétrole. La plupart des exploitants y ont assisté; des professeurs, des banquiers et des négociants de Toronto s'y sont aussi rendus, et la compagnie du *Great-Western* s'y est fait également représenter par quelques-uns de ses agents. On est tombé d'accord sur la nécessité de s'entendre pour fixer le prix de l'huile minérale sur les lieux de production et l'empêcher de descendre au-dessous d'un certain minimum. On a reconnu l'importance qu'il y avait à réduire les frais pour permettre au pétrole d'atteindre les marchés européens. On a lu des correspondances d'Angleterre, desquelles il résultait que si l'huile brute pouvait être vendue en gros à Liverpool à raison d'un schelling le gallon, il s'en placerait des quantités énormes, et l'on a constaté qu'à ce taux les exploitants du haut Canada auraient un profit, fort petit pour le moment, mais qui augmenterait au fur et à mesure que les moyens de transport deviendraient moins onéreux. Bref, on a formé une commission chargé de mettre en pratique les résolutions de l'assemblée.

Black-Creek, où s'est tenu le *meeting*, est un village de date toute récente, situé sur un affluent de *Bear's Creek*, dans le voisinage des *Flowing wells* ou *spouters*. Il y a quelques années, le district d'Enniskillen était à peine ouvert à la colonisation; d'épaisses forêts le couvraient et il n'était presque pas habité. Tout a changé de face depuis la découverte des sources de pétrole. Wyoming, la station du *Great-Western*, est devenue une petite ville qui compte

près d'un millier d'âmes. La compagnie du chemin de fer y a fait construire de vastes hangars pour recevoir l'huile minérale en barils et des réservoirs (*tanks*) capables de contenir 172.800 gallons (6.273 hectolitres) de bitume liquide. De Wyoming à *Black-Creek*, on achève en ce moment une route en planches (*plank road*). Jusqu'à présent les communications entre les deux points ont été très-mauvaises. En hiver, quand les aspérités du sol avaient disparu sous la neige, une paire de chevaux pouvait dans une journée charrier, en traîneau, environ quinze barils d'huile ou 2 tonnes anglaises de 2.240 liv. chacune ; le fret descendait alors à 5 ou 6 centimes par gallon. En été, la même paire de chevaux ne suffisait souvent pas au transport de 2 barils. Il n'était pas rare non plus que le chemin devînt tout à fait impraticable. La route en planches remédiera en partie à ces inconvénients : elle permettra du moins d'attendre l'exécution de l'embranchement de railway qui doit relier Wyoming à *Black-Creek*. Un village du nom de Petrolia a déjà surgi entre ces deux localités ; il est situé à 10 kilomètres au sud de Wyoming et doit sa naissance a une société de Boston qui possède des terrains minéraux sur lesquels elle espère découvrir un puits à écoulement continu (*flowing wells*) comme ceux qui ont fait la fortune de *Black-Creek*. Ses efforts n'ont pas encore été couronnés de succès. Deux puits, de près de 120 mètres chacun, ont été déjà creusés dans le voisinage, l'un par un M. Coman, l'autre par un M. Wheelright : le premier rend seulement 2 barils d'huile par jour ; le second a livré passage à une énorme quantité de gaz, mais on n'en a extrait que fort peu de pétrole. Ces puits sont pratiqués dans une argile compacte, de couleur claire, qui paraît provenir de la décomposition des roches sur lesquelles elle repose, ainsi que le démontrent d'ailleurs les débris fossiles que l'on y rencontre. Au-dessous des argiles vient ordinairement le calcaire, en bancs dont l'épaisseur varie. Le calcaire lui-même alterne avec des

couches de *Soapstone* et quelquefois de sable. Voici les résultats qu'a présentés le forage de quelques-uns des puits :

	Argile.	Calcaire.	Soapstone.	Sable.		
	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		
Puits de M. Coman.	55	30	200	»		
		Couche alternative de calcaire et de sable.	Calcaire.	Soapstone.	Calcaire.	
Puits de M. Shan.	45	28	18	9	3	»
		Calcaire.	Soapstone mou.	Calcaire.	Soapstone.	Calcaire.
Puits de MM. Bradley frères. . . .	51	25	100	20	6 ½	2 ½
			Couches alternatives de calcaire et de soapstone.			
Puits de MM. Murdoch et Mc Caul.	45	»	189	»	»	»

Les puits de MM. Shan, Bradley, Murdoch et Mac Caul sont tous les trois situés à *Black-Creek*; le premier se trouve à quelques pas seulement du deuxième, bien qu'ils atteignent le pétrole à des profondeurs différentes, 203 et 234 pieds. Quand l'huile a jailli pour la première fois du puits de M. Shan, elle s'est élevée à une hauteur de 15 à 20 pieds au-dessus de l'orifice. Le même phénomène a eu lieu sur l'exploitation de MM. Murdoch et Mac Caul; le jet d'huile dans ce cas avait été précédé d'un dégagement de gaz.

Dans le comté de Lambton, ainsi qu'en Pensylvanie, le gaz s'échappe en plus ou moins grande quantité de presque toutes les exploitations. Il y a même des puits où l'huile minérale semble en ébullition. Le gaz produit des effets singuliers sur les ouvriers qui le respirent; il agit sur eux comme le protoxyde d'azote ou le *gaz hilariant* pourrait le faire.

L'eau n'accompagne pas le pétrole aussi invariablement que le gaz; elle n'est cependant pas rare dans les exploitations, et la plupart du temps elle est salée.

Les appareils employés au forage des puits sont d'ailleurs fort élémentaires. Tant qu'on travaille dans l'argile, on est obligé de contenir les parois à l'aide d'un boisage, ce qu'on fait actuellement au moyen de tubes en bois construits dans

une scierie qui vient d'être établie à Pétrolia. Quand on atteint le roc, on y pratique un trou de 2 $\frac{1}{2}$ à 3 pouces de diamètre sur 12 pieds de longueur; on y force un tuyau en fer et l'on commence ensuite à forer. Les opérations de sondage n'offrent rien de particulier; elles ne deviennent difficiles que lorsqu'on rencontre des bancs de sable ou des couches de matières molles. Ce sont en général les propriétaires des concessions qui forent eux-mêmes leurs puits. On trouve cependant des ouvriers qui se chargent d'exécuter les travaux à forfait, à raison de 2 dollars le pied pour les 100 premiers pieds, de 3 dollars pour les 100 suivants et de 4 dollars entre 2 et 300 pieds. La tâche d'un jour est habituellement de 3 $\frac{1}{2}$ à 4 pieds. On calcule sur un ouvrier de plus pour chaque étage de 100 pieds, et à une profondeur de 300 pieds on se sert d'une machine à vapeur.

Au début des exploitations, on faisait beaucoup de cas dans la région d'Enniskillen de gisements de pétrole trouvés auprès de la surface du sol, soit dans les argiles, soit dans les lits de sable et de blocs erratiques qui s'y montrent fréquemment associés. Ces dépôts provenaient sans doute de réservoirs situés à des étages inférieurs; sous la pression du gaz, l'huile avait dû s'infiltrer dans les fissures de rocs et s'accumuler dans le sable ou dans les parties crevassées des argiles. On préfère aujourd'hui l'huile minérale obtenue des roches calcaires; elle est regardée comme plus pure et n'est point accompagnée d'autant d'eau.

Les exploitations du haut Canada sont d'ailleurs trop récentes et le terrain qu'elles couvrent est encore trop peu étendu pour qu'on ait pu approfondir la loi de la répartition des sources de pétrole et préciser le mode de leur formation.

L'ensemble des faits observés dans la province tend cependant à montrer, ainsi que je l'ai dit plus haut, que les réservoirs d'huile minérale appartiennent aux couches calcaires des terrains paléozoïques. Dans le comté de Lamb-

ton, ils se rattachent évidemment à l'étage dévonien. Cette formation, dans le haut Canada, est représentée à sa base par un grès blanc quartzeux sur lequel repose le *calcaire cornifère*. C'est ce qu'on appelle la série supérieure de Helderberg. Au-dessus se trouve le groupe d'Hamilton, qui consiste en une succession de schistes noirs et bitumineux, alternant avec des couches minces de grès. Le calcaire cornifère et les schistes d'Hamilton sont caractérisés par une extrême abondance de débris fossiles, qui appartiennent presque tous au règne animal. Ces roches ont dû être déposées dans des eaux très-peu profondes et qui étaient remplies d'être organisées, de crénoïdes, de brachiopodes, de trilobites, etc., etc. Au fur et à mesure que ces animaux mouraient, leurs dépouilles s'accumulaient sur les bords de la mer avec les détritus des rares poissons et des quelques plantes qui marquent la période dévonienne. Le fond de l'Océan tendait en même temps à s'abaisser lentement. Les débris animaux et végétaux amoncelés sur ces rivages ne tardaient pas à être recouverts de sable et de dépôts calcaires qui les protégeaient contre le contact de l'air atmosphérique. La décomposition de ces détritus s'effectuait donc comme dans une sorte de vase clos. L'oxygène des matières en voie de se transformer pouvait entrer en combinaison avec une fraction du carbone, de manière à donner de l'acide carbonique, et avec une partie de l'hydrogène, de manière à former de l'eau. Il devait rester des mélanges d'hydrogène et de carbone, les uns semi-solides, comme certains bitumes, les autres liquides, comme le pétrole, d'autres enfin à l'état de fluide élastique, comme le gaz des marais. Les tissus des animaux marins d'ordre inférieur ne contiennent presque pas d'azote, et leur composition chimique offre de grandes analogies avec celle de la cellulose ou fibre végétale. Or de la cellulose à l'huile de naphte ou de pétrole, la transition est insensible. On passe graduellement du bois à la tourbe, à la houille, au charbon bitumineux, au *cannel*

coal, à l'asphalte et au bitume. Les différences proviennent des proportions relatives d'oxygène. C'est ce qui ressort du tableau suivant, que j'emprunte à un mémoire de M. Sterry Hunt, chimiste distingué, attaché en ce moment à la carte géologique du Canada :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène
Cellulose.	24	20,0	20,0
Bois.	24	18,4	16,4
Tourbe.	24	14,4	9,6
Charbon brun.	24	13,0	7,6
Lignite.	24	15,0	3,3
Houille.	24	10,0	3,3
Houille.	24	8,0	0,9
Albert coal.	24	15,9	1,6
Asphalte d'Auvergne.	24	17,7	2,2
Asphalte de Naples.	24	14,6	2,0
Bitume de Derbyshire.	24	22,0	0,3
Bitume d'Idria.	24	8,0	0,0
Pétrole et naphte.	24	24,0	0,0

Ces formules viennent en aide à la théorie que j'exposais précédemment et qu'un ingénieur canadien, M. Ch. Robb, a développée, il y a un an, devant l'Institut de Toronto. Sans donner la raison de tous les faits, cette théorie ne me paraît en contradiction avec aucun. Les gaz qui annoncent les sources de pétrole, ainsi que l'eau salée qui les accompagne, s'y trouvent expliqués d'une façon satisfaisante. On avait cru d'abord que le bitume liquide provenait de la distillation de certains schistes bitumineux qui brûlent effectivement en donnant de la flamme et que l'industrie utilise même en Europe et aux États-Unis, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, pour en extraire des huiles. M. Sterry Hunt a toutefois combattu cette opinion, qui ne semble pas, du moins au Canada, d'accord avec les faits, puisque les grands réservoirs de pétrole ont été rencontrés dans des couches inférieures aux schistes, dans le calcaire cornifère par exemple, auquel les schistes d'Hamilton sont superposés. M. Sterry Hunt a très-bien fait voir, à mon avis, que

les tourbes, les lignites et les charbons minéraux avaient dû être formés dans des conditions différentes de celles dans lesquelles les pétroles l'avaient probablement été. La formule générale des bitumes liquides est Cn, Hn. Les proportions relatives de l'hydrogène et du carbone varient, mais il n'y a pas de combinaison dans laquelle l'excédant des atomes de carbone soit supérieur à 2. Ainsi l'huile rectifiée de Sehnde, près de Hanovre, C 18 H 20, et l'huile extraite des pétroles de Rangoon, C 26, H 28, paraissent contenir les proportions maxima d'hydrogène. En s'oxydant, ces hydrocarbures seraient susceptibles de passer à l'état de bitumes visqueux ou d'asphaltes. C'est ainsi que la découverte des réservoirs souterrains de pétrole d'Enniskillen a été due aux asphaltes signalés à la surface du sol par M. Murray et exploités pour la première fois par M. Williams.

De plus longs détails seraient superflus et il n'y aurait pas non plus d'utilité à discuter le mérite des différentes hypothèses qui ont été émises au sujet de l'étendue des réservoirs de pétrole, de leur richesse et du temps au bout duquel ils seront épuisés. Les groupes de Helderberg et d'Hamilton couvrent une grande partie du Canada-Ouest. Il y a donc lieu d'espérer que les découvertes d'huiles minérale ne se borneront pas au comté de Lambton, mais qu'elles se multiplieront au contraire au fur et à mesure que la contrée sera mieux étudiée. Sir William Logan, géologue en chef du Canada, a signalé dans la section occidentale de la province l'existence d'un axe anticlinal partant de la baie de Burlington, sur le lac Ontario, et passant par London, Chatham et Amherstburg, sur le lac Saint-Clair, c'est-à-dire orienté du N.-E. au S.-O., comme la zone dans laquelle se trouvent les sources d'huile minérale des États-Unis. Les couches stratifiées du terrain dévonien se rencontrent le long de cet axe et plongent des deux côtés en sens opposé. Leur inclinaison est très-petite; elle suffit cependant pour

que les couches en question s'enfoncent sous les formations carbonifères du Michigan, de l'Ohio et de la Pensylvanie, au-dessous desquelles elles passent à une profondeur d'au moins un millier de pieds. Un coup d'œil sur la carte permet de voir que la péninsule du Canada-Ouest est l'endroit où se croisent les couches dont je viens de parler et qui forment la ceinture des bassins houillers du Michigan d'une part, de ceux des Alleghanys de l'autre. L'axe anticlinal de sir William Logan est donc indiqué à l'avance pour les explorations à faire en vue d'obtenir de nouveaux approvisionnements de pétrole. Rien ne donne à penser d'ailleurs que les réservoirs déjà connus soient à la veille de s'épuiser. Il existe dans le monde des sources de bitume exploitées depuis des temps fort anciens et qui ne sont pas encore taries. Les phénomènes auxquels on attribue l'origine des pétroles d'Amérique ont dû se produire sur une immense échelle, et leurs résultats ont été sans doute proportionnés à la grandeur des opérations accomplies par la nature.

On s'est occupé dernièrement à classer les huiles minérales d'Amérique et à rechercher les avantages respectifs que présentaient celles du haut Canada et des États-Unis. Suivant le docteur Sheridan Muspratt, 100 parties de pétrole d'Enniskillen donneraient à l'analyse :

Naphte de couleur claire ou « benzole » (densité, 794).	20
Naphte jaune et lourd, huile à brûler (densité, 857). . .	50
Huile à lubrifier, riche en paraffine.	22
Goudron.	5
Charbon.	1
Perte.	2
	100

Le poids spécifique du pétrole d'Enniskillen brut est en moyenne 835, ce qui se rapproche beaucoup du chiffre 830 regardé en Angleterre comme une sorte d'étalon (standard) pour l'huile minérale de meilleure qualité. D'après le professeur Hind, le pétrole de Pensylvanie est plus léger que

celui du Canada et ne rend pas à la distillation autant d'huile propre à l'éclairage; il contient aussi beaucoup moins de paraffine. Il est vrai que le bitume liquide d'Enniskillen a une odeur très-forte, très-désagréable, qui imprègne tous les objets auprès desquels il se trouve; les produits des sources de la Pensylvanie n'offrent point, à ce qu'il paraît, le même désavantage, du moins à un degré aussi prononcé.

Suivant M. Hind, que j'ai déjà cité, le pétrole d'Amérique pourrait fournir les substances que voici :

1° Du naphte, qui vaut en Angleterre de 2 à 3 shellings le gallon et sert à dissoudre le caoutchouc ainsi que différentes especes de résines et de gommes;

2° Du benzole ou benzine, C 12 H 6, dont le prix, sur les marchés du Royaume-Uni, s'élève à 12 et 13 shellings par gallon. Ce liquide est employé, en place d'alcool, d'éther et de térébentine pour dissoudre les corps gras, raviver les couleurs fanées, enlever les taches de goudron, de graisse, d'huile et de peinture; il est devenu d'un grand usage dans la manufacture des laines, des cotonnades et des soieries. C'est la base de l'aniline, dont l'introduction dans la teinture a permis de fixer sur les étoffes beaucoup de couleurs nouvelles; ainsi, l'aniline oxydé donne par sa combinaison :

Avec le bichromate de potasse, les nuances violette et mauve;		
Avec le bichloride de mercure,	*id.*	Magenta, etc., etc.;
Avec le bichromide d'étain,	*id.*	Fuchsiasine, etc., etc.;
Avec l'acide nitrique,	*id.*	Solferino, etc., etc.;
Avec des sels de manganèse,	*id.*	Rosenine, etc., etc.;
Etc., etc., etc.		

3° De l'huile à brûler, dont le rôle dans l'économie domestique prend chaque jour plus d'importance et qui déjà peut être obtenue au Canada, où cependant les réactifs chimiques sont chers, au faible prix de 0,45 (2f,43) le gallon (3lit,63);

4° Des huiles lourdes pour lubrifier, précieuses dans l'industrie pour les machines, les chemins de fer, etc., etc.;

5° De la naphtaline, C 20 H 8;

6° De la paraffine C 4 H 4;

7° Du goudron qu'on pourrait mêler à de l'huile grasse et utiliser pour la fabrication du gaz, ou pétrir avec de la sciure de bois et employer comme combustible;

8° Du charbon propre à servir également pour le chauffage.

En ce qui regarde la fabrication du gaz, le pétrole a été mis tout récemment à l'essai. M. J. E. Thompson, de Toronto, a construit un appareil qui a donné les meilleurs résultats, tant pour la qualité du gaz que pour l'économie du prix de revient. Un gallon d'huile minérale, pesant 8 livres 6 onces, a fourni 150 pieds cubes d'un gaz qui éclairait quatre fois mieux que le gaz ordinaire et coûtait trois fois moins cher.

Il est clair que si l'emploi du pétrole se généralisait en Europe, les usages ne manqueraient pas de s'en multiplier. On pourrait, par exemple, en tirer parti non-seulement pour l'éclairage et le chauffage des maisons, mais encore pour les préparations culinaires. La médecine trouverait peut-être à l'utiliser dans certains cas au traitement desquels les Indiens avaient cru reconnaître qu'il convenait. J'ai indiqué quelques-unes des applications qu'en feraient vraisemblablement les arts industriels : sans revenir sur ce sujet, je le compléterai en ajoutant que le pétrole est un excellent préservatif pour les bois, qui deviennent en quelque sorte incorruptibles quand leurs pores en sont imprégnés.

Le pétrole est trop nouveau sur les marchés d'Amérique et d'Europe pour n'être pas entouré au début de sérieuses difficultés. Il rencontre une concurrence redoutable dans les produits de la distillation des houilles, des lignites, des tourbes, des schistes bitumineux, etc., dans la fabrication

desquels des intérêts considérables sont engagés. Il a de plus à lutter contre la cherté des transports, dont le prix actuel, sur les chemins de fer du haut Canada, est trois fois plus élevé pour l'huile minérale que pour les céréales et les bestiaux. Sa composition et ses propriétés sont encore mal connues, sa préparation est imparfaite. Des accidents assez nombreux dus, les uns au manque de soin, les autres aux vices de la fabrication, ont malheureusement eu lieu, ce qui a jeté du discrédit sur l'huile à brûler dans les lampes. Nonobstant, l'usage du pétrole tend à se répandre. Les produits des sources des États-Unis et du Canada commencent à prendre de l'importance sur les marchés anglais, et un *broker* de Londres n'a pas craint de dire, dans une de ses dernières circulaires, que si les réservoirs de Titusville et d'Enniskillen ne s'épuisaient pas, le bitume liquide deviendrait un article de commerce aussi recherché que le coton.

Je terminerai ce rapport par quelques observations sur les raffineries du haut Canada. La première de toutes a été fondée à Hamilton, puis il s'en est établi un certain nombre à Toronto, et d'autres enfin ont été installées dans la vallée du *Bear Creek*, au centre de la région minérale. Les procédés qu'emploient ces dernières sont, à ce que l'on m'a dit, extrêmement grossiers. On s'attache seulement à produire de l'huile d'éclairage aussi blanche et aussi inodore que possible, et l'on néglige tous les produits secondaires qui ont cependant une grande valeur. Il existe pourtant un appareil breveté, dont un M. Hugh Sang est l'inventeur, au moyen duquel on obtiendrait, m'assure-t-on, 24 p. 100 de benzole, 20 d'huile lourde propre à lubrifier et 50 d'huile légère pour l'éclairage : la perte ne serait donc que de 6 p. 100, et ce ne serait même pas, à proprement parler, une perte, car on pourrait extraire du goudron des résidus. La désinfection de l'huile à brûler s'effectue d'ailleurs en battant le liquide avec un mélange de 3 à 4 p. 100 d'acide sulfurique et 1/2 p. 100 d'acide chlorhydrique, dans un

bassin au milieu duquel tourne rapidement une meule mise en mouvement à l'aide de la vapeur. On lave ensuite l'huile pour la débarrasser des acides ; c'est-à-dire qu'on la passe dans une lessive composée d'une livre de soude caustique pour 5 gallons d'eau.

Les principales raffineries de Toronto sont celles de MM. Esmond, Jarvis et Parson frères. En janvier 1862, on ne faisait encore usage dans la dernière que de pétroles de Pensylvanie ; la seconde était en train de s'installer ; il n'y avait que la première où l'on traitât les matières venues d'Enniskillen, encore les mêlait-on, afin d'en atténuer l'odeur, avec les huiles minérales de Titusville.

On ne sait pas encore dans le haut Canada si l'on trouvera plus davantage à expédier en Angleterre des pétroles bruts ou raffinés. Au début, les huiles raffinées avaient été les seules qui fussent demandées, mais les huiles brutes commencent à être en faveur ; le 15 février dernier, elles se vendaient à Liverpool 16 livres sterling environ par tonne de 252 gallons impériaux, soit un peu plus d'un shelling par gallon canadien (3^{lit},63). L'huile raffinée, propre à l'éclairage, pouvait valoir, à la même époque, 35 liv. st. par tonne. Si ces prix se maintenaient, les exploitants gagneraient à envoyer directement leurs produits bruts sur les marchés du Royaume-Uni ; 1 shelling sterling par gallon de pétrole leur assurerait en effet des profits suffisants pour permettre à leur industrie de se développer.

Je ne sache pas qu'aucune expédition directe de pétrole, brut ou raffiné, ait encore eu lieu du Canada en France, mais c'est un sujet sur lequel l'attention de notre commerce ne peut tarder à se porter. L'huile minérale paraît appelée à devenir un article important d'échange entre l'Amérique et l'Europe, et l'industrie française serait intéressée à ne pas perdre de temps pour assurer ses approvisionnements. Il serait facile, à l'époque où la navigation du Saint-Laurent est ouverte, de faire venir le pétrole d'Ennis-

killen à Québec en barils hermétiquement fermés d'une capacité de 40 gallons (145 litres) ; l'expédition directe en France pourrait être combinée avec celle du bois ou des minerais de cuivre. En admettant que le gallon de bitume liquide se vendît sur les puits 2 1/2 cents (13 centimes et demie), il reviendrait à Québec, les frais de la mise en barils compris, à 15 cents environ, soit à 22f,30 par hectolitre. On le vendrait aisément en France le double de ce prix, ce qui laisserait une large marge pour le fret, les assurances, les commissions, etc., etc.

Voici comment un courtier (broker) de Sarnia, calcule actuellement les frais entre les lieux de productions et Liverpool ou Glascow :

	dollars.
A l'exploitant pour un baril de la meilleure huile minérale brute	1,00
Prix du baril	2,00
Transport à Wyoming	0,40
Transport de Wyoming à New-York par chemin de fer, à raison de 0,80 par 100 lbs. (le baril pèse en moyenne 360 lbs.)	2,28
Douane et menus frais à New-York	0,30
Frêt de New-York à Liverpool ou Glasgow	2,25
Total par baril	8,83

ou 22 cents environ par gallon canadien, somme à laquelle il faudrait ajouter les assurances, commissions, déchets, etc., etc., ce qui porterait le prix de revient à 25 cents au moins.

C'est un chiffre fort élevé, mais qui ne peut manquer de baisser à l'ouverture de la navigation. La route de New-York est d'ailleurs une voie indirecte sur laquelle il y a de nombreux transbordements qu'on éviterait en lui substituant celle du Saint-Laurent. Rien ne s'opposerait au surplus à ce que le pétrole fût expédié à bord de navires qui le prendraient au lac Saint-Clair et le transporteraient directement en Europe. C'est ce qui se fait déjà pour les blés et les farines de Chicago ; dans ce cas, un gallon d'huile

minérale ne devrait pas revenir, tout rendu dans un de nos ports, à plus de 9 ou 10 cents; un hectolitre ne coûterait donc que 14f,85.»

MM. Thompson et Hind viennent de prendre en Canada des brevets d'invention pour la fabrication du gaz d'éclairage au moyen du pétrole. Leur méthode est très-simple; elle consiste à mélanger les gaz obtenus par l'action de plaques de fer ou de briques portées à la température rouge sur le pétrole brut avec ceux résultant du passage de la vapeur d'eau à travers des masses chaudes de coke ou de charbon de bois. Ces gaz combinés sont lavés à l'acide chlorhydrique et passent dans une série de récipients où ils se purifient. Quand ils arrivent au gazomètre, ils sont dépouillés de toute odeur. La flamme qu'ils donnent en brûlant est extrêmement belle. C'est un mode d'éclairage dont le prix de revient est aussi fort modéré. L'appareil où s'effectue la décomposition du pétrole consiste en une cornue en fer placée sur une grille. Un cylindre creux qu'on remplit de coke ou de charbon de bois est attaché au couvercle de l'alambic. Autour du cylindre se détache une feuille de tôle plissée en forme d'hélice et remplissant l'intervalle entre les parois du cylindre et ceux de la cornue. Deux tuyaux traversent le couvercle de l'alambic. L'un sert à l'admission du pétrole brut, l'autre à celle de l'eau: le premier communique avec le serpentin, qui débouche lui-même dans la partie supérieure du cylindre; le second coupe les spirales de l'hélice et vient aboutir à la base inférieure du cylindre. Le pétrole se décompose en circulant dans le serpentin; l'eau passe à l'état de vapeur dans le tuyau qu'elle suit pour arriver au bas du cylindre, et, comme elle rencontre alors du coke ou du charbon de bois, elle donne lieu à diverses combinaisons d'hydrogène et de carbone, ainsi que de carbone et d'oxygène. Un troisième tuyau s'ouvrant dans le cylindre creux à sa partie supérieure reçoit les gaz

provenant de la décomposition du pétrole et ceux résultant du mélange de la vapeur d'eau avec le carbone au contact duquel elle est exposée. Toutes ces opérations sont faciles à comprendre et l'appareil économique qui leur sert de milieu a de plus l'avantage d'être très-portatif.

NOTE

SUR LES AMALGAMES NATIFS TROUVÉS AU CHILI.

Par M. DOMEYKO (*).

Il y a déjà longtemps que j'ai fait connaître la découverte d'un amalgame natif Ag^6Hg qui constitue la richesse principale des mines d'Arqueros dans la province de Coquimbo. Cette espèce, si abondante à Arqueros, n'a été trouvée depuis lors qu'à une douzaine de lieues plus au sud, dans les mines de los Algodones, où elle est seulement accidentelle et où elle acccompagne l'iodure ainsi que les chlorobromures d'argent.

Dans le but de rencontrer la même espèce minérale partout où je croyais reconnaître le gisement et les gangues des minerais semblables à ceux d'Arqueros, j'ai souvent recherché la présence du mercure dans les minerais d'argent du Chili, et j'ai vu qu'il n'est pas rare de trouver quelques millièmes de mercure dans l'argent natif ou dans les minerais d'argent corné. L'année dernière, averti par un de mes anciens élèves résidant à Copiapó, que les minerais provenant des mines nouvellement découvertes à la Rosilla, donnaient à l'essai des proportions considérables de mercure, j'ai tâché de me procurer quelques échantillons de ces minerais. Je les ai analysés, et j'y ai trouvé divers amalgames natifs, très-différents de ceux qui avaient été décrits jusqu'à présent.

Les mines de la Rosilla sont à quelques lieues au sud-est de celles de Chanarcillo, dans la provice de Atacama, département de Copiapó. On sait que ces dernières ont produit jusqu'à présent des masses de chlorobromure et d'iodûre d'argent plus considérables qu'aucune autre mine d'argent connue, et que leurs filons traversent les calcaires marins argileux jurassiques (**). Ceux de la Rosilla appartiennent aux porphyres stratifiés et bigarrés, les

(*) Extrait de lettres adressées, le 21 décembre 1857 et le 14 janvier 1858, par M. J. Domeyko à M. Elie de Beaumont.

(**) *Annales des mines*, 4e série, tome IX, page 365 et 432.

mêmes que ceux des environs d'Arqueros, porphyres qui constituent la formation principale des Andes chiliennes à leur limite occidentale, dans toute l'étendue de cette chaîne, depuis Copiapó jusqu'à Conception. Les mines de la Rosilla sont encore loin d'avoir l'importance des autres mines d'argent du même département; cependant, leur exploitation est en voie de progrès, et on compte déjà plusieurs milliers de marcs d'argent extraits d'une de ces mines, nommée la Descubridora, dont le filon produit des minerais excessivement riches. Ce minerai, d'après M. Garcia, à qui je dois un des plus beaux échantillons, ne se trouve qu'en rognons tout à fait irréguliers, au milieu d'une masse argileuse rougeâtre, remplissant le milieu du filon. Des deux côtés de cette partie argileuse, on voit deux veines carbonatées, spathiques, qui changent parfois d'apparence et qui deviennent siliceuses lorsque le minerai disparaît.

Les échantillons qui m'ont été d'abord envoyés, et que je dois à l'obligeance de MM. Garcia et Mandiola, sont de deux espèces que je désignerai par les noms de *minerai blanc* et de *minerai noir*. Je les ai examinés et soumis à l'analyse chacun séparément.

Minerai blanc.

Il se compose principalement de chlorobromure d'argent qui est d'un vert jaunâtre, jaune dans sa cassure fraîche, formant des veines contournées ou des petites masses irrégulières, et d'amalgame natif qui a l'apparence d'argent natif. On y remarque deux variétés de cet amalgame : l'une est grenue, en tout petits grains luisants, cristallins, ressemblant à l'argent bismuthal de San Antonio (*) et disposés de manière qu'ils forment des petites veines au milieu d'une gangue carbonatée plus ou moins ocracée ; l'autre est en gros grains et en masses irrégulières, sans éclat et sans la moindre trace de cristallisation. Cette dernière variété se porte de préférence vers la partie extérieure des rognons; elle est malléable et s'étend en feuilles assez minces sur l'enclume; tandis que la première se trouve plutôt dans l'intérieur des masses, dans leurs parties les plus compactes, engagée entre les veinules et feuillets de chlorobromure et se réduit en poudre assez fine dans un mortier d'agate.

A cause de la grande densité de l'amalgame, il n'est pas difficile de le séparer des substances étrangères qui l'accompagnent, au

(*) *Annales des mines*, 4e série, tome IV, page 165.

moyen du lavage. On retire les gros grains d'argent corné qui s'aplatissent sous le pilon du mortier; et quant aux particules de chlorobromure qui se trouvent attachées aux grains de l'amalgame, on parvient à les enlever en lavant le résidu avec de l'eau chargée d'ammoniaque, et en décantant les liqueurs troubles qui se forment. Quoique ce réactif ne dissolve que le chlorure et n'agisse que très-difficilement sur la partie bromurée de l'argent corné, il détache cependant ce dernier de la surface de l'amalgame et fait passer le bromure à l'état d'une poudre grisâtre et jaunâtre qui surnage.

En tous cas, on perd beaucoup d'amalgame dans le lavage, et j'ai été obligé de détruire une grande partie de mes échantillons pour en extraire de l'amalgame pur en quantité suffisante pour l'analyse.

L'amalgame purifié de cette manière est d'un beau blanc d'argent, mais il se ternit à l'air. Il se dissout très-facilement, même à froid, ou à l'aide d'une chaleur très-modérée, dans l'acide nitrique, et il paraît s'attaquer moins difficilement que l'argent pur par l'acide muriatique bouillant. Il ne laisse ordinairement dans l'acide nitrique qu'un tout petit résidu d'argent corné et d'argile, mais la liqueur contient toujours une proportion assez notable de chaux et d'oxyde de fer appartenant à la gangue qui se trouve enfermée dans les pores de l'amalgame et dont il est impossible de le dégager complétement.

Lorsque, après avoir purifié les premières quantités d'amalgame, je les ai soumises à l'analyse sans séparer les parties menues des parties à gros grains, j'ai remarqué que l'argent et le mercure ne s'y trouvaient pas combinés en proportions définies et atomiques. En changeant de mélanges et en opérant sur l'amalgame extrait des différentes parties de l'échantillon, j'obtenais des proportions de mercure qui variaient entre certaines limites comprises à peu près entre 0,47 et 0,53, et je me suis aperçu que le minerai donnait d'autant plus de mercure qu'il se trouvait en particules plus petites.

Ayant reconnu ce dernier fait, j'ai tâché de séparer, au moyen d'un triage le plus soigné possible, l'amalgame qui se trouve en grains très-petits et éclatants; après l'avoir purifié par la méthode que je viens de décrire, j'ai fait passer le résidu laissé par le lavage par un tamis très-fin, et je n'ai soumis à l'analyse que la poudre très-fine qui passa à travers le tamis.

Voici les résultats de mes analyses opérées sur cette espèce d'amalgame extrait des diverses parties du *minerai blanc* :

Composition de l'amalgame à grains très-petits et luisants.

1re analyse.	Argent.	0,444, ce qui correspond à	0,464	1,000
	Mercure. . . .	0,512	0,536	
2e analyse.	Argent.	0,450	0,468	1,000
	Mercure. . . .	0,511	0,532	
3e analyse.	Argent.	0,434	0,462	1,000
	Mercure. . . .	0,503	0,538	

Cet amalgame se rapproche par sa composition de l'amalgame Ag^3Hg^4 dont la composition théorique est :

Argent.	0,448
Mercure.	0,552

En procédant de la même manière pour séparer du même échantillon l'amalgame qui se trouve en gros grains et en petites masses irrégulières, et ne prenant pour l'analyse qne des grains étendus en feuilles les plus larges possible, je trouve pour la composition de ces dernières les nombres suivants :

Amalgame en petites masses irrégulières et en gros grains sans éclat.

1re analyse.	Argent.	0,527, ce qui correspond à	0,554	1,000
	Mercure. . . .	0,424	0,446	
2e analyse.	Argent.	0,528	0,549	1,000
	Mercure. . . .	0,434	0,451	
3e analyse.	Argent.	0,528	0,549	1,000
	Mercure. . . .	0,431	0,451	

L'amalgame qui se rapproche le plus du précédent serait un amalgame *neutre* AgHg dont la composition calculée est la suivante :

Argent.	0,519
Mercure.	0,481

Quant à la marche que j'ai suivie dans mes analyses, je trouve que la méthode qui me donne les résultats les plus satisfaisants est celle-ci : Je dissous l'amalgame dans l'acide nitrique et après avoir séparé le résidu, je précipite l'argent par l'acide muriatique; je chauffe, j'agite la liqueur et je la laisse jusqu'à ce qu'elle devienne parfaitement claire; je la décante et je verse sur le chlorure d'argent qui conserve sa couleur de l'acide nitrique, pour redissoudre un peu de chlorure de mercure qui se trouve entraîné par le précipité. En faisant bouillir pendant un instant ce dernier avec l'acide et en ajoutant de l'eau, on sépare complétement les deux métaux. Pour doser le mercure, je le précipite de sa dissolution nitrique très-étendue par l'hydrogène sulfuré, et après avoir réuni

le sulfure sur un filtre sans plis, le plus petit possible, je le lave, je le sèche et je fonds le sulfure dans un long tube de verre recourbé d'environ un centimètre de diamètre, avec quatre à cinq fois son poids de litharge. C'est le procédé qui me donne toujours un peu plus de mercure qu'en fondant directement l'amalgame natif avec du plomb ou avec de la litharge dans un tube semblable au précédent, et beaucoup plus que le traitement du sulfure encore humide, d'abord par le chlorure et l'acide chlorhydrique, puis par le protochlorure d'étain.

Passons maintenant à l'analyse du minerai noir.

Minerai noir.

Ce minerai forme aussi de gros rognons en masses irrégulières, très-riches en argent, au milieu d'une masse argileuse et dans le même filon que le précédent. On voit bien dans la partie extérieure de ces rognons de l'amalgame en gros grains, noircis à la surface et sans éclat, semblables à ceux de l'amalgame neutre de l'échantillon précédent; mais on ne trouve pas dans le minerai noir du chlorobromure vert jaunâtre en veines et feuillets comme dans le minerai blanc ni de l'amalgame à petits grains blancs luisants Ag^3Ag^4. Toute la masse intérieure de ces rognons est noire, compacte, parsemée de pointes métalliques d'amalgame et de taches grises métalliques, d'un gris d'acier bleuâtre. Cette masse, à l'exception des particules d'amalgames et d'argent chlorobromuré qui s'y trouvent mélangées, se réduit facilement en poudre dont on sépare, quoique avec plus de difficulté que dans le cas précédent, la majeure partie d'amalgame natif par le lavage.

En analysant la partie noire, emportée par les eaux de lavage et mélangée de particules très-fines d'amalgame, je la trouve composée de diverses espèces minérales, dont les unes sont facilement attaquables par l'acide nitrique, et les autres presque inattaquables par cet acide. Parmi les premières, j'ai trouvé de l'arsenic et du cobalt en proportions qui correspondent à peu près à un triarséniure de cobalt, et en même temps de l'argent et du mercure en proportions suffisantes pour former l'amalgame neutre, avec un excès d'argent qui appartient probablement à l'argent sulfuré ou à l'argent rouge, puisque je découvre aussi dans la dissolution nitrique la présence de l'acide sulfurique. Parmi les autres, c'est-à-dire les espèces inattaquables par l'acide nitrique, je me suis assuré, en les reprenant par l'eau régale, qu'elles se composent d'argent, de mercure et de soufre, contenus en proportions né-

cessaires pour former du sulfure d'argent et de mercure, et d'un excès d'argent appartenant à l'argent corné. On remarque que ces particules de minerai, qui sont inattaquables par l'acide nitrique et contiennent du sulfure de mercure et d'argent, n'ont pas l'apparence du cinabre et peuvent se réduire en poussière qui n'a aucun reflet rougeâtre. En séparant, au moyen du triage, un peu de la substance qui forme les taches métalliques grises, d'un gris d'acier bleuâtre, que j'avais prise pour de l'arséniure de cobalt, j'ai reconnu qu'en effet cette substance était inattaquable par l'acide nitrique bouillant, que sa poussière n'était pas rouge, et qu'elle ne contenait que du soufre, du mercure et de l'argent. Je n'en ai pas pu recueillir une quantité suffisante pour en faire une analyse exacte (*).

Quant à l'amalgame, j'ai été obligé de détruire plus de moitié de l'échantillon que j'avais pour en extraire, au moyen du lavage, de l'amalgame à gros grains et de l'amalgame menu dont j'avais besoin pour mes analyses. Ces amalgames contenaient toujours des proportions notables d'arséniure de cobalt, d'argent corné et de sulfure gris de mercure et d'argent inattaquables par l'acide nitrique. Pour cette raison, j'avais soin de ne pas trop prolonger l'action de cet acide sur le minerai, et de m'assurer que la dissolution nitrique ne contenait pas de traces d'acide sulfurique. De cette manière, la partie sulfurée restait dans le résidu et la liqueur ne contenait que l'amalgame et un peu d'arséniure de cobalt et de gangue soluble carbonatée qu'on trouve toujours engagée dans les pores de l'amalgame :

Voici les résultats des trois analyses faites sur divers mélanges:

1re analyse. Amalgame en particules très-fines.	Argent. . . 0,476 Mercure. . 0,416	, ce qui correspond à	Ag 0,534 Hg 0,466
2e analyse. Amalgame à gros grains.	Argent . . 0,497 Mercure. . 0,438	. . . .	Ag 0,534 Hg 0,466
3e analyse. Amalgame en feuilles bien aplaties.	Argent. . . 0,533 Mercure. . 0,422	. . . .	Ag 0,533 Hg 0,467

J'ai enfin réuni tout ce qui me restait de ce même amalgame en grains de toutes grosseurs, et j'ai répété l'analyse sur 2 grammes de matière, sans l'avoir soumise à un lavage trop prolongé. J'ai obtenu ainsi :

(*) Échantillons nos 2 et 3 de la collection qui accompagnait ces lettres.

Argent	0,891	, ce qui correspond à	Ag 0,528
Mercure	0,797		Hg 0,472
Résidu (argent corné et gangue insoluble)	0,195		
Substances solubles (arséniure de cobalt, carbonate de chaux)	0,117		

On voit, d'après ces résultats, que le minerai noir ne renferme qu'un seul amalgame, qui se rapproche, par sa composition, encore plus de l'amalgame théorique neutre AgHg que de l'amalgame à gros grains du minerai blanc.

Je dois aussi remarquer, à l'égard du minerai noir, qu'il présente dans sa composition un cas excessivement rare, où l'on trouve l'argent chloruré ou chlorobromuré associé à un arséniure et à un sulfure métalliques.

J'avais déjà terminé ce travail sur les minerais de la Rosilla, lorsque j'ai reçu de M. Mandiola, mon ancien élève, propriétaire de mines dans la province d'Atacama, un échantillon de minerai de la Rosilla, beaucoup plus pur que les précédents. Cet échantillon se compose, en partie, d'une masse compacte, pierreuse, pénétrée de chlorobromure, et au milieu de laquelle on reconnaît l'amalgame à petits grains brillants, de l'espèce Ag^3Hg^4 ; en partie, d'une masse métallique noirâtre, sans éclat, poreuse, qui est de l'amalgame natif, presque sans gangue, légèrement enduite d'argent corné, sans mélange de substances sulfurées ou arséniées.

J'ai commencé par analyser la partie poreuse, malléable, la plus pure possible, après lui avoir enlevé une partie d'argent chloruré par l'ammoniaque. Une analyse faite sur 2g,0465 de matière m'a donné pour sa composition :

Argent	1,2158	, ce qui correspond à	Ag 0,622	1,000
Mercure	0,7200		Hg 0,372	
Résidu (argent corné)	0,0580			
Gangue soluble, carbonate de chaux, de fer	0,0520			
	2,0458			

Pour éviter les mélanges, j'ai répété la même analyse sur un seul morceau réduit en lame mince qui pesait 2g,0825, et j'en ai extrait :

Argent	1,187	correspondant à	Ag 0,642 (5)
Mercure	0,662		Hg 0,358 (3)
Résidu (argent corné)	0,145		
Carbonate de chaux, oxyde de fer	0,082		

Cette dernière analyse m'a donné la composition exacte de l'a-

malgame Ag^5Hg^3, renfermant 5 équivalents d'argent pour 3 équivalents de mercure.

En broyant ensuite un morceau de la partie compacte de l'échantillon, qui ne contenait que de l'amalgame à petits grains métalliques, blancs et luisants, j'en ai extrait environ 3 grammes de matière pure, réduite en poudre qui passe par un tamis très-fin et se laisse séparer de la gangue, plus facilement que lorsque j'avais à extraire ce même amalgame du premier échantillon (minerai blanc).

Une analyse faite sur 1g,500 de cette matière m'a donné :

Argent	0,6275	correspondant à	Ag 0,436 (3)
Mercure	0,8120		Hg 0,564 (4)
Résidu argileux	0,0175		
Carbonate de chaux. 0,012 / Oxyde de fer. 0,017	0,0290		
	1,486		

Ce résultat se rapproche de l'amalgame théorique Ag^3Hg^4 encore plus que l'amalgame de même aspect du premier échantillon. En faisant enfin une analyse des gros grains d'amalgame, engagés dans la gangue, dans la partie intermédiaire entre ce dernier amalgame à petits grains luisants, et l'amalgame poreux pur Ag^5Hg^3, je retrouve pour la composition de l'amalgame, dégagé des substances étrangères :

Argent	0,572
Mercure	0,428

Ce qui me donne à peu près la même espèce d'amalgame neutre AgHg que je rencontre dans tous les échantillons des minerais de la Rosilla et qui, je crois, se trouve mélangé dans ce dernier d'un peu d'amalgame Ag^5Hg^3 (*)

En résumant tout ce que je viens de dire sur les minerais d'amalgame natif de la Rosilla, je crois avoir démontré :

1° Qu'il existe dans ces minerais trois espèces d'amalgames, savoir :

Ag^3Hg^4, AgHg et Ag^5Hg^3

2° Que ces trois espèces se trouvent tantôt séparées dans divers rognons, tantôt rapprochées et associées dans un même échantillon ;

3° Que de ces trois espèces, la première est la seule qui puisse

(*) Le petit échantillon n° 4 de la collection représente la manière dont se trouvent disposés ces deux derniers amalgames Ag^3Hg^4 et Ag Hg dans un même morceau de minerai.

être reconnue et distinguée des deux autres par ses caractères extérieurs.

Nouvelle espèce d'amalgame trouvée dans un bloc roulé (rodado) *des cordillères du Chili.*

Enfin, on a trouvé pendant l'hiver de 1857, dans les cordillères septentrionales du Chili, entre Huasco et Lopiapo, un bloc roulé qui paraissait être entièrement composé d'argent massif, ne contenant que bien peu de gangue pierreuse et de matières étrangères; il pesait environ 11 kilogrammes. On appelle dans cette partie de l'Amérique *rodados* les pierres roulées qu'on rencontre au fond des ravins et sur les pentes des montagnes, et qui renferment des parties métalliques d'or, d'argent ou de cuivre. Ces pierres sont ordinairement considérées comme des présages des grandes découvertes de mines; car on suppose que près de l'endroit où on les trouve il doit exister les filons les plus riches de la montagne. Il suffit que la nouvelle d'une trouvaille de cette nature se répande dans le pays pour que bientôt des centaines de mineurs accourent de tous côtés et examinent avec beaucoup de soin les montagnes avoisinant l'endroit où le *rodado* a été trouvé. Le plus souvent leurs recherches sont inutiles, mais quelquefois aussi les travaux entrepris amènent la découverte de gisements métallifères importants.

La pierre roulée dont je vais donner la description a été trouvée au commencement de l'hiver, lorsque les sommets des Cordillères et une grande partie de leurs pentes étaient déjà couverts de neiges, de manière qu'on n'a pas pu aller immédiatement faire des recherches, et que les mineurs ont dû attendre la fonte des neiges.

Cette pierre était destinée à être fondue, lorsque par hasard son propriétaire me l'a apportée et m'a prié de l'essayer pour savoir d'avance ce qu'elle devait lui rapporter. L'intérieur du *rodado* était de métal tellement pur que je croyais pouvoir l'essayer par coupellation directe; mais au moment d'introduire mon essai dans le plomb fondu de la coupelle, il s'y forma un bouillonnement du métal fondu avec projection de gouttelettes luisantes qui remplirent l'intérieur de la moufle. Cela me fit reconnaître l'existence d'un amalgame, et le bouton obtenu avait en effet perdu plus du quart de son poids. J'ai ensuite répété le même essai en commençant par faire rougir le métal dans une coupelle sans plomb et en introduisant après le même morceau dans le plomb fondu, comme on le fait dans la coupellation ordinaire. Mais j'ai eu toujours des pertes considérables, et je me suis assuré que l'amalgame

natif rougi retient encore 6 à 7 p. 100 de mercure qu'il n'abandonne qu'à l'instant d'entrer en fusion avec du plomb.

Ayant constaté la présence du mercure dans l'argent du bloc roulé dont il est question, j'ai fait l'analyse de la partie la plus pure et la plus compacte, et je l'ai trouvée composée de :

Argent		0,782
Mercure		0,203
Gangue : carbonate de chaux	0,005	
Peroxyde de fer	0,003	0,009
Silice	0,001	
		0,994

Cet amalgame contient, par conséquent, plus de mercure que l'arguerite et moins que toutes les autres espèces connues. Sa composition correspond à 7 équivalents d'argent pour 2 de mercure, et ne diffère de celle de l'amalgame théorique que de quelques millièmes; en effet, les deux métaux s'y trouvent dans les proportions suivantes :

	Composition trouvée.	Composition calculée.	
Argent	0,794	0,791	(7)
Mercure	0,206	0,209	(2)

Cette nouvelle espèce pourrait être considérée comme composée de 1 équivalent d'arguerite et 1 équivalent d'amalgame neutre :



$$Ag^6Hg + AgHg = Ag^7H^2 \quad (*)$$

J'ai remarqué que cet amalgame, même dans sa partie la plus dense et la plus pure, prise à l'intérieur du bloc, renferme, comme les trois espèces précédentes, un peu de gangue carbonatée ferrugineuse qui s'y trouve disséminée d'une manière tout à fait imperceptible. La même gangue mélangée d'argile et d'argent chloruré se trouve en plus grande proportion dans la partie superficielle du bloc, où elle forme des particules visibles et des grains engagés dans la masse du métal. L'argent chloruré présente aussi un léger enduit noirâtre sur toute la surface du bloc roulé et pénètre dans les pores de l'amalgame près de sa surface. Pour cette raison, la partie superficielle du bloc est beaucoup plus aigre et cassante que la masse intérieure; et si l'on dégage un morceau de la surface, on voit qu'il fait effervescence avec l'acide acétique, et que le résidu repris par l'acide nitrique met à découvert du chlorure d'argent mélangé d'un peu d'argile ferrugineuse.

(*) L'échantillon n° 6 de la collection est un petit morceau détaché du *bloc roulé* dont je donne l'analyse.

Cela démontre que la gangue de cet amalgame est encore, comme celle des amalgames de la Rosilla, du carbonate de chaux argileux, et que le bloc roulé pourrait n'être que le noyau d'une masse d'argent chloruré ou chlorobromuré, comme il s'en rencontre assez fréquemment au Chili. En effet, lorsque l'argent natif ou amalgamé est accompagné par de l'argent corné, ce dernier se trouve ordinairement à l'extérieur, formant la croûte des rognons ou bien les salbandes des veines métalliques.

Quant à la forme du bloc roulé d'amalgame dont je viens de donner l'analyse, elle diffère un peu de celle des *rodados* ordinaires; car, au lieu d'être arrondie ou comprimée comme la plupart des pierres roulées d'argent natif que j'ai vues jusqu'à présent, elle est allongée et présente des angles, ainsi que des arêtes émoussées qui sont encore bien distinctes; elle a quelques faces planes ou un peu convexes, et sa surface qui est noirâtre est entièrement criblée de petites cavités. Le bloc examiné pesait 10^{k},16 quand on me l'a apporté; mais on l'avait entamé sur les côtés, et il est probable qu'on en avait déjà tiré plus d'un kilogramme de métal. Il a été acquis par le gouvernement pour le musée national de Santiago, où il formera le seul échantillon de cette espèce minéralogique qui existe au monde, si l'on ne parvient pas à découvrir le filon auquel il appartient.

A l'appui de son travail, M. Domeyko a envoyé à l'École des mines une collection des nouvelles espèces d'amalgames qu'il a décrites.

N° 1. Amalgame accompagné par le chlorobromure: la partie grenue, brillante, à tout petits grains, est Ag^3Hg^4; l'autre, à gros grains, est de l'amalgame neutre AgHg.

N° 2. Amalgame neutre AgHg accompagné de chlorobromure, d'un arséniure de cobalt et d'un sulfure double de mercure et d'argent, inattaquable par l'acide nitrique et dont la poussière est d'un gris d'acier.

N° 3. Morceau du même amalgame AgHg montrant mieux les caractères du sulfure qui l'accompagne. Cette association du chlorobromure et d'un sulfure métallique est peut-être le seul exemple que l'on puisse citer dans les minéraux du Chili.

N° 4. Petit échantillon représentant la disposition des trois amalgames natifs de la Rosilla, savoir : Ag^3Hg^4, AgHg et Ag^2Hg^3; la

partie luisante, engagée dans la croûte compacte du morceau, est de l'amalgame Ag^2Hg^4, et la partie intermédiaire est de l'amalgame neutre AgHg.

N° 5. Amalgame Ag^4Hg^6 qui est connu seulement en masses irrégulières.

N° 6. Amalgame Ag^4Hg^3 : morceau détaché d'une pierre roulée trouvée dans les Cordillères situées entre Huasco et Capiapo.

NOTICE

SUR LE PUDDLEUR MÉCANIQUE EMPLOYÉ A LA FORGE DU CLOS-MORTIER, COMMUNE DE SAINT-DIZIER (HAUTE-MARNE).

Par MM. DUMÉNY et LEMUT.

Objet et importance de la question. — La France ne possède pas moins de six cents fours à puddler qui occupent 2.500 à 3.000 ouvriers puddleurs, et produisent annuellement 600.000 tonnes de fer brut dont la valeur atteint de 90 à 100 millions de francs.

Il est donc d'un grand intérêt de rechercher les améliorations dont peut être susceptible une méthode de fabrication qui s'applique à d'aussi énormes quantités.

C'est au point de vue mécanique que nous avons étudié cette importante question : nous avons cherché le perfectionnement du procédé actuel dans la substitution partielle des forces mécaniques à la force musculaire du puddleur.

Nous croyons arriver par là :

1° A obtenir économie de consommations et améliorations de qualité par un travail plus rapide et plus complet;

2° A diminuer la fatigue du puddleur et conséquemment à rendre cet état accessible à un plus grand nombre d'ouvriers, tout en permettant à ceux qui l'exercent de prolonger leur service dans un âge plus avancé. Ce but est bien digne d'intérêt, car il est peu d'ouvriers qui soient doués d'une constitution assez robuste pour résister pendant plus de quinze ans au travail énervant du puddlage tel qu'il se pratique aujourd'hui. Le plus grand nombre sont, au bout de ce temps, obligés d'abandonner leur profession, et, restant sans état, tombent dans une misère que rend plus cruelle

l'habitude de l'aisance que leur procuraient de gros salaires. D'autres, et ils ne sont pas rares, atteints de quelqu'une de ces maladies qui sont la suite des intranspirations, languissent à la fleur de l'âge, incapables de gagner leur vie.

La pensée de donner au puddleur l'auxiliaire d'une machine n'est assurément pas neuve, et en vérité, quand on voit dans toutes les branches de l'industrie humaine tant d'ingénieux appareils prêter à l'homme le concours de leurs forces sans limites pour ne lui laisser que le rôle de l'intelligence, on est porté à s'étonner que le puddlage, l'une des opérations qui exigent le plus d'efforts et de fatigues, n'ait pas encore emprunté le secours de la vapeur, là surtout où cette puissance motrice coûte moins cher que partout ailleurs, puisqu'elle est empruntée aux flammes des fours autrefois perdues.

Cependant, en observant la variété des mouvements que le puddleur fait exécuter à son crochet dans toutes les régions du four, la nécessité de renouveler à chaque instant cet outil incessamment détruit par le feu et par le contact des matières en fusion, enfin le changement de nature que subit la fonte et la manipulation intelligente qu'exige le fer à l'état spongieux, on sent qu'une machine qui se prêterait à un travail aussi compliqué serait elle-même trop compliquée et trop chère pour être vraiment pratique, trop embarrassante et trop minutieuse pour être placée près d'un four et gouvernée par un puddleur.

Pénétrés nous-mêmes de ces difficultés, nous n'avons pas élevé nos prétentions jusqu'à opérer mécaniquement toutes les manipulations du puddlage. Nous n'avons cherché d'abord qu'à faire exécuter le brassage de la fonte par notre puddleur-mécanique, que l'on pourrait aussi bien appeler aide-puddleur, car, comme lui, il fait monter la fonte.

Puddleur-mécanique simple. — L'application la plus simple du puddleur-mécanique consiste à le faire travailler dans un four ordinaire. Les outils restent les mêmes que

d'habitude; ils sont introduits comme toujours par la petite ouverture de la porte. L'appareil qui leur imprime le mouvement est installé au-dessus du four de façon à n'en point gêner les abords. Au moyen d'un tendeur, l'ouvrier puddleur le commande ou l'arrête à son gré. Un balancier suspendu à la charpente pend au devant du four, et, à son extrémité inférieure, les crochets ou autres outils s'attachent en quelques secondes. Ce balancier, recevant d'une bielle et d'une coulisse directrice un mouvement complexe d'oscillation dans un plan qui oscille lui-même à droite et à gauche de l'axe de la porte, fait parcourir à l'outil toutes les parties du four, absolument de la même manière que le ferait la main de l'ouvrier, mais avec une énergie plus grande et sans relâche.

Quand le brassage est fini et que le fer a pris nature, l'ouvrier puddleur arrête la machine, détourne le balancier HH, et commence à son tour à travailler comme d'habitude.

L'examen des détails mécaniques va faire voir comment l'appareil (Pl. V, *fig.* 1 à 11) peut se prêter à toutes les convenances du travail.

Le mouvement donné à la machine par l'une des poulies B est transmis par les poulies C et D au plateau-manivelle F qui, par une bielle G terminée par deux joints universels (*fig.* 9, 10 et 11), commande le grand balancier HH auquel s'attache l'outil qui opère dans le four. Le palier portant le tourillon du plateau-manivelle F est situé à la partie supérieure d'un balancier MNO qui reçoit d'une poulie excentrique Q (*fig.* 7 et 8) un mouvement lent d'oscillation autour de l'axe horizontal O, mouvement transmis par le petit pignon I à l'engrenage J (*fig.* 2). Le balancier HH et par conséquent l'outil ont donc un mouvement qui résulte de la rotation d'une manivelle autour d'un axe qui se déplace lentement.

En outre, cette tige HH est engagée entre deux barres RR qui dirigent son plan d'oscillation et qui, se déplaçant

autour d'un axe vertical S, font varier ce plan et avec lui la direction de l'outil dans le four. La fourche directrice RR est mue au moyen d'une bielle T qui agit sur le bras U et reçoit son mouvement d'un plateau-manivelle L calé sur le même arbre que l'excentrique Q.

Chacun des éléments du mouvement de l'outil peut se régler en peu d'instants :

1° On choisit parmi les poulies du cône B celle qui donne à l'ensemble la vitesse la plus convenable (*fig.* 1, 2 et 3).

2° La machine est arrêtée ou activée instantanément par le tendeur E que l'ouvrier manœuvre à son gré au moyen des cordons *ff* (*fig.* 5).

3° Pour varier à volonté l'amplitude des oscillations du balancier HH, on dispose d'un plateau-manivelle F en fonte, percé d'un grand nombre de trous. La manneton μ (*fig.* 7 et 8) se cale au moyen d'une clef dans celui des trous dont la distance à l'axe correspond à la course que l'on veut obtenir.

Le même but est atteint entre certaines limites, en calant à une hauteur plus ou moins grande sur le balancier, un curseur formé d'un anneau en fer muni d'une vis de pression et qui supporte l'extrémité de la bielle G.

4° Les deux positions extrêmes que l'on veut faire prendre à l'outil dans le four se règlent : 1° par le rayon donné à la manivelle formée, comme l'autre dont il vient d'être question, d'un plateau L criblé de trous propres à recevoir un manneton ; 2° par la longueur de la bielle T qui agit sur le levier coudé RU que présente l'appareil directeur ; 3° par le rayon donné à ce levier. En quelques secondes, l'ouvrier peut modifier à son gré ces deux longueurs en changeant de trous la goupille qui relie la bielle au levier.

5° Le déplacement de l'axe du plateau-manivelle L peut aussi être varié suivant les convenances du travail.

A cet effet, l'excentrique qui produit ce déplacement, au lieu d'être calée directement sur l'arbre qui la commande,

est fixée par de petits boulons sur le plateau-manivelle L monté sur le même arbre. Le trou oblong dont est percé le disque de cette excentrique permet, en changeant les boulons de place, de rapprocher plus ou moins son centre de l'axe de rotation (*fig.* 7 et 8).

6° La disposition de l'ensemble représenté par les *fig.* 7 et 8 permet en outre d'établir entre le rayon de l'excentrique Q et celui de la manivelle qui commande la coulisse directrice RU, la distance angulaire qui correspond au rapport le plus convenable entre la direction de l'outil et son enfoncement dans le four.

7° Suivant la longueur des outils introduits dans le four, on éloigne ou l'on rapproche le balancier de la porte en allongeant ou raccourcissant la bielle G qui le commande au moyen de la disposition représentée *fig.* 11.

On peut enfin, selon la hauteur de la sole et la forme de l'outil, modifier son inclinaison ; l'ouvrier puddleur dispose pour cela d'un curseur semblable à celui qui est placé plus haut sur le même balancier et le fixe sous la douille dans laquelle s'emmanche le ringard Z. Une vis de pression adaptée à cette douille permet d'y maintenir le ringard dans la position voulue.

Puddleur-mécanique rotatif. — Les *fig.* 12 et 13, Pl. VI, sont l'esquisse d'une petite machine qui produit la combinaison de trois mouvements, savoir : la rotation d'une manivelle A, le déplacement de son axe B et celui du plan d'oscillation du balancier qui conduit l'outil.

Le mouvement est donné à l'arbre DI qui porte deux engrenages : le premier D fait douze tours pendant que l'engrenage F qu'il commande en fait un seul, et le deuxième E commande un engrenage G quatre fois plus petit que lui. Ce dernier est calé sur un arbre en fer HN qui tourne dans le palier P et dans un arbre creux en fonte RR et qui porte à son extrémité un engrenage N commandant un engrenage à dents intérieurs AB. L'arbre creux RR porté par le

palier Q est coulé d'une seule pièce avec une roue excentrique K qui agit par une bielle sur la direction du plan d'oscillation; il fait corps aussi avec l'engrenage FF dans le disque duquel est calé le petit arbre BB formant le tourillon de l'engrenage intérieur AB.

Supposons que l'arbre DI fasse trente-six tours par minute; l'engrenage F et avec lui l'excentrique K feront trois tours; l'axe de rotation B de la manivelle fera donc autour de l'axe HN trois révolutions par minute. En même temps, l'arbre HN recevra par les engrenages E et G une vitesse de cent quarante-quatre tours; si le rapport de l'engrenage N à l'engrenage intérieur AB est de 2/5, ce dernier fera 57,6 tours.

Pendant que l'outil accomplit ces 57,6 oscillations, il fait par l'effet du déplacement simultané de l'axe B et du plan d'oscillation, trois fois le tour du four, c'est-à-dire qu'il exécute trois fois de suite dix-neuf oscillations réparties sur toute la surface de la sole.

Nous avons figuré les axes de la machine dans une position horizontale; on pourrait tout aussi bien les placer verticalement, en remplaçant les paliers P et R[1] par des crapaudines recevant les pointes I et H des deux arbres.

Les dimensions des fours à puddler sont limitées par la longueur des outils qui doivent être assez facilement maniables pour que leur manœuvre se fasse sans une trop grande dépense de force; mais il n'est pas douteux qu'il y aurait un grand avantage à augmenter ces dimensions et en même temps le poids de la charge. On sait, en effet, que dans les fours doubles où la fonte est brassée par deux ouvriers travaillant simultanément à deux portes, on produit du fer généralement meilleur que celui que donneraient les mêmes fontes traitées dans des fours simples. On sait aussi que la consommation de houille par tonne est moindre dans les premiers que dans ceux-ci. Ces faits ainsi que d'autres bien connus prouvent qu'un brassage énergique favorise l'épu-

ration et l'affinage, et qu'en diminuant la durée de l'opération, il diminue aussi la consommation de combustible.

L'emploi du puddleur-mécanique, en supprimant la partie la plus pénible du travail des ouvriers, permet de construire des fours beaucoup plus grands que les fours ordinaires et d'accélérer le brassage autant qu'on peut le désirer. En outre, le rapport du périmètre intérieur du four à la quantité de métal qu'il contient étant moindre, l'influence nuisible de la réaction du bain métallique sur les parois se trouve atténuée. Elle peut même être éliminée complétement par l'emploi des courants d'eau circulant autour de la sole, et qui, pour ces grands fours, n'entraîneront pas la même augmentation de dépense en combustible que dans les conditions habituelles.

Puddleur-mécanique appliqué à un grand four double. — Comme application de ces principes, nous avons construit un four à puddler de grande dimension à deux portes opposées (Pl. VI, *fig.* 1 à 11) et desservi par un puddleur-mécanique double.

Le mouvement communiqué à la poulie D produit l'oscillation des ringards, comme dans le cas précédent, par l'intermédiaire d'un plateau-manivelle F, des bielles G et des balanciers HH; chacun de ces balanciers se meut dans un plan qui oscille lui-même autour d'un axe vertical S, et reçoit ce mouvement de la bielle T commandée par la manivelle L et la vis sans fin I.

Un tendeur, agissant sur la courroie de la poulie D, permet d'activer ou d'arrêter à volonté toute la machine, mais il est utile que l'ouvrier puddleur puisse aussi n'arrêter qu'un seul des balanciers et travailler librement à l'une quelconque des portes, sans interrompre le travail exécuté mécaniquement à l'autre.

Dans ce but, la bielle G (*fig.* 11) qui commande le balancier est terminée par une fourche dont les branches pré-

sentent chacune un cran correspondant aux deux petits tourillons que porte le curseur *h*. Cette bielle est portée par un fil de fer à l'extrémité d'un balancier suspendu à la charpente; de l'autre extrémité du balancier pend une chaînette qu'il suffit de tirer pour débrayer. Quant à l'autre bielle T qui transmet le mouvement à la coulisse directrice, on la débraye sans arrêter en la soulevant hors du goujon qui l'articule à la coulisse RR; elle reste alors librement suspendue à une chaînette et continue dans le vide son mouvement de va-et-vient.

Il importe que les matières à demi solides que contient le four à puddler soient à chaque coup de crochet repoussées vers le centre du four. Le four à puddler contient en effet, au commencement de l'opération, des fragments de fonte à demi fondus; c'est dans la région centrale du four que la température est la plus élevée et que leur fusion se fera le mieux. Un peu plus tard, des grumeaux de fer nagent dans la scorie et tendent à s'agglomérer. Il faut que l'outil les écarte de la porte de travail, afin qu'ils ne soient pas entraînés par la scorie qui s'écoule et qu'ils ne soient pas oxydés par le courant d'air aspiré par la porte. Pour réaliser cette nouvelle condition, on donne au point V de suspension du balancier HH un mouvement saccadé produit par la came X (*fig.* 4, 9 et 10, Pl. VI) et le ressort ρ agissant en sens contraire de la came. La poignée du ringard décrit alors une courbe telle que *abc* (*fig.* 3). L'autre extrémité est soulevée au-dessus de la sole pendant le mouvement de retour de l'outil vers la porte et effleure la surface du bain. Arrivé en ce point, le ressort agissant brusquement, le crochet plonge dans le bain métallique jusque sur la sole et glisse en repoussant vers le milieu du four les matières non liquides qui sont sur son passage.

Les *fig.* 4 à 11, Pl. VI, indiquent deux dispositions que l'on peut donner aux cames calées sur l'arbre commandeur. Les *fig.* 5 et 6 représentent les leviers VV auxquels sont

suspendus les balanciers et qui reçoivent leur mouvement des cames X par l'intermédiaire des tringles Y.

L'action combinée des deux bielles et celle de la came et du ressort, reproduit avec une remarquable exactitude les mouvements que les bras du puddleur impriment aux outils dans le four.

Cette combinaison permet de faire intervenir la machine, non plus seulement pendant la période de brassage, mais aussi pendant que la fonte monte et que le fer prend nature.

Puddleur-mécanique desservant un grand four à portes multiples. — Les dispositions que nous venons d'esquisser peuvent s'appliquer, avec de légères modifications, à des fours de dimensions plus considérables, percés d'ouvertures multiples. Il suffira de placer à autant de points qu'on le voudra, sur l'arbre moteur, des excentriques qui commanderont des balanciers articulés à des ringards, opérant dans les différentes régions du four. Les mouvements des divers outils étant une fois coordonnés entre eux, de façon qu'ils exécutent le brassage sans jamais se rencontrer, l'ouvrier pourra arrêter et activer chacun d'eux à son gré, soit pour le remplacer quand il sera trop échauffé, soit pour prendre sa place et parfaire le travail de la machine.

Résumé. — Le prix d'un puddleur-mécanique simple (*fig.* 1 à 3, Pl. V) ne dépasse pas 350 francs; celui d'un appareil double (*fig.* 1 à 3, Pl. VI) n'est pas plus élevé.

L'emploi du puddleur-mécanique, en supprimant en grande partie le travail de l'ouvrier, diminue les frais de main-d'œuvre et rend l'état du puddleur moins pénible.

L'application d'une force illimitée au puddlage permet d'augmenter les dimensions des fours, d'améliorer la qualité des produits et de réduire la consommation de combustible.

Enfin, les dispositions des diverses machines que nous avons décrites permettent à l'ouvrier de travailler, comme

dans les conditions ordinaires, si momentanément le four ne se prête pas à l'emploi d'outils mus mécaniquement ou qu'une circonstance quelconque prive accidentellement du concours de la machine.

DES INCONVÉNIENTS

DE LA

POROSITÉ DES CREUSETS EMPLOYÉS A LA FABRICATION DU ZINC ET D'UN MOYEN D'Y REMÉDIER.

Par M. E. GATELLIER, ingénieur civil des mines, ancien élève de l'École polytechnique.

Considérations qui peuvent conduire à l'étude de la porosité des creusets. — Lorsque l'on compare le rendement métallique obtenu dans la métallurgie du zinc avec celui que donne le traitement des minerais des autres métaux, on est frappé de l'infériorité que présente l'extraction du zinc. Tandis que pour le fer, le plomb, on ne perd que 2 à 3 p. 100 de métal, il faut, pour obtenir 100 kil. de zinc par les méthodes de réduction connues, employer un minerai contenant 126 kil. de zinc. A quoi cela tient-il? Est-ce à une réduction moins complète, ou à des procédés moins parfaits de recueillir le métal réduit?

Telles sont les questions que je me suis posées lorsque j'ai été appelé à m'occuper de la réduction du zinc par la méthode belge dans une usine de la Vieille-Montagne. Pour les résoudre, j'ai eu recours à l'expérience. J'ai voulu d'abord savoir comment se répartissait le zinc dans les produits de la réduction d'un creuset bien conditionné séjournant depuis quelque temps au four, pour me rendre compte de la perte de zinc que l'on fait dans les cendres et dans l'atmosphère.

Charge du creuset.

	kil.
4 kil. calamine de Moresnet à 53 p. 100.	2,12
4 kil. calamine d'Espagne à 51 p. 100.	2,04
2 kil. de résidu calaminaire à 42,5 p. 100.	0,85
Total de zinc chargé.	5,01

Produits de la réduction.

	kil.
Zinc métallique.	2,915
$0^k,725$ de poussière de zinc à 94,5 p. 100.	0,685
$0^k,9$ de crasses dont $0^k,6$ à 76 p. 100.	0,456
$0^k,9$ de crasses dont $0^k,3$ à 91 p. 100.	0,273
$7^k,0/8$ de cendres à 8,5 p. 100.	0,618
Zinc encrassant le tube.	0,060
Total de zinc obtenu dans les différents produits.	5,007

La perte de zinc dans l'atmosphère a donc été de $5^k,01 - 5^k,007 = 0^k,003$.

Il résulte de ces chiffres que la perte par volatilisation a été insignifiante et que la perte dans les cendres a été de 14 p. 100 de zinc produit. D'après cela, l'imperfection de la réduction est évidente; cela tient à la présence des silicates de zinc qui ne sont qu'incomplétement attaqués. Mais l'on peut conclure aussi de cette expérience que l'on ne recueille pas en général tout le zinc réduit; car si tous les creusets étaient dans les mêmes conditions que celui sur lequel j'ai opéré, la perte par 100 kil. de zinc produit serait 14 kil., au lieu de 26 kil. qui constituent la perte moyenne. En tenant compte de ce que tous les creusets ne sont pas aussi bien placés dans le four que celui de l'expérience, et de ce que tous les fours ne sont pas toujours également bien chauffés, la perte pourrait atteindre au maximum 20 kil. dans les conditions de chauffe les plus défavorable. Ces maximum de perte résulte de la comparaison des rendements obtenus pendant certains jours de bonne et de mauvaise chauffe.

La différence entre le rendement basé sur cette expérience et celui que l'on obtient réellement, tient à ce que tous les creusets ne sont pas en aussi bon état que celui sur lequel j'ai opéré. Dans un four, on peut distinguer trois espèces de creusets qui ne rendent pas leur zinc d'une manière satisfaisante :

1° Ceux qui se percent pendant la durée de l'opération ;

2° Ceux qui, déjà percés, sont replaqués avec de l'argile ;

3° Les creusets neufs.

Pour les creusets percés pendant l'opération, c'est un accident que l'on ne peut éviter et qui dépend de la chauffe et de la qualité des minerais à traiter. Lorsque le minerai contient beaucoup de fer, de chaux ou de plomb, cet accident est plus souvent répété.

Les creusets replaqués perdent du zinc à l'endroit du replaquage ; cela se conçoit facilement ; l'argile humide soumise rapidement à une haute température éprouve un retrait trop brusque ; de là des fissures qui laissent passage à un métal volatil jusqu'à ce qu'elles soient bouchées par la fusion de la croûte extérieure de l'argile.

Mais la perte de zinc la moins expliquée est celle qui provient des creusets neufs. C'est ce que je me suis proposé d'étudier spécialement.

Étude de la porosité des creusets. — Depuis longtemps on sait que les creusets ont la propriété d'absorber du zinc : on s'en assure facilement en examinant un creuset mis hors d'usage. La pâte est imprégnée de zinc qui la colore en noir.

On a cru que cette pâte avait une certaine propriété d'imbibition qui lui faisait absorber le zinc jusqu'à une espèce de saturation et que le creuset ne devenait bon que lorsque ce point de saturation était arrivé. Cette explication n'était pas satisfaisante ; j'ai voulu savoir d'abord si le zinc se trouvait dans la pâte du creuset à l'état de combinaison

ou bien à l'état de zinc métallique. Pour cela, j'ai broyé un creuset dans la composition duquel n'entrait aucune parcelle de coke, et j'ai chargé ces débris de vieux creuset dans un creuset neuf. J'ai recueilli dans le tube adapté à ce creuset de la vapeur de zinc, qui dans une atmosphère oxydante s'est immédiatement convertie en blanc de zinc. Après l'opération, les résidus ne contenaient plus de trace de zinc, et la pâte était redevenue blanche. Cette expérience m'a convaincu que le zinc se trouvait dans la pâte du creuset à l'état de zinc métallique.

En admettant cette absorption du zinc par le creuset, je me suis alors demandé pourquoi le zinc, métal très-volatil, ne sortait pas du creuset à la haute température qui existe dans le four; je n'ai pas tardé à reconnaître qu'il se formait autour du creuset un vernis qui s'oppose à cette libre sortie du métal. Mais alors, avant que le vernis ne soit formé, il doit y avoir échappement de zinc à travers les pores du creuset. Cette conclusion toute naturelle peut être facilement vérifiée par un examen attentif des débris de creusets. Voici les faits qu'on observe : les creusets séjournant depuis peu de temps dans le four n'ont pas de vernis à leur surface extérieure et présentent une pâte complétement blanche. Les creusets ayant servi plus longtemps sont vernis extérieurement et offrent une coloration noire suivant un anneau extérieur contigu au vernis.

Enfin les plus vieux creusets offrent un vernis à l'intérieur et à l'extérieur et une pâte complétement noire. Entre ces différentes variétés, on voit des intermédiaires; ainsi l'on remarque des creusets non vernis en quelques points, présentant certaines parties vernies extérieurement, d'autres parties vernies extérieurement et intérieurement. On voit alors que là où il n'y a aucun vernis la pâte est blanche; là où le vernis extérieur seul existe, une partie contiguë à ce vernis est noire, et enfin au vernis intérieur et extérieur correspond une pâte complétement noire.

Comment le zinc se perd à travers les creusets. — Il est évident, d'après les observations que je viens de citer, que la théorie de l'imbibition du zinc par les creusets doit être rejetée, puisque la coloration noire de la pâte ne commence pas par l'intérieur du creuset. On peut admettre que lorsque l'on met un creuset neuf dans le four, pendant les premières charges le zinc s'infiltre à travers les pores du creuset et s'échappe en grande partie par la cheminée; on ne recueille alors qu'une faible partie du métal chargé; la perte est d'autant plus grande que les ouvriers peu intelligents chargent une plus grande quantité de minerai dans ces creusets qui offrent plus de capacité. Cette période dure jusqu'à ce que le vernis extérieur qui se forme ait une résistance suffisante pour s'opposer à l'échappement du zinc. Lorsque ce vernis n'est encore que très-mince, il est percé d'une infinité de petits trous, indices de la sortie d'un gaz. Une fois que le vernis extérieur est bien formé, si l'on charge le creuset au moment où la réduction est en pleine activité, il s'échappe beaucoup de zinc à la fois; il y a une grande pression dans l'intérieur du creuset; de là pénétration du zinc dans la pâte; ensuite la pression diminue à mesure que la réduction s'avance; il y a alors échappement par l'intérieur, du zinc qui a pénétré dans la pâte, et il ne reste dans le creuset que le métal placé tout contre le vernis qui a une trop grande épaisseur à traverser, et par suite rencontre trop d'obstacle pour sortir. Si dans la charge du creuset il y a des matières susceptibles de former un laitier avec la pâte du creuset, il se fait un vernis intérieur, et le zinc qui a pénétré dans la pâte au commencement de l'opération avant que ce laitier ne soit formé, ne peut plus sortir à la fin; il est, pour ainsi dire, emprisonné entre deux barrières. Comme indice de ce mouvement de va-et-vient du zinc dans la pâte du creuset, je puis signaler ce fait que bien souvent lorsqu'on nettoie un creuset par trop vieux, avant que la réduction ne soit terminée, on voit sortir dans l'intérieur des

chandelles d'oxyde de zinc après que le creuset a été parfaitement nettoyé.

Évaluation de la perte due à la porosité des creusets. — Pour m'assurer complétement de la sortie du zinc à travers les creusets neufs, et de la perte qui en résulte, j'ai fait une série d'expériences sur un creuset neuf pendant plusieurs jours; j'ai renouvelé plusieurs fois ces expériences. Je vais citer les résultats d'une d'elles, qui montre parfaitement qu'on est loin de recueillir tout le zinc chargé dans un creuset neuf et qu'il existe un échappement notable de ce métal dans l'atmosphère.

CHARGES.	ZINC chargé.	ZINC CONTENU DANS LES DIFFÉRENTS PRODUITS.					TOTAL du zinc des produits.
		Zinc métallique.	Zinc contenu dans les poussières.	Zinc contenu dans les crasses.	Zinc adhérent au tube.	Zinc contenu dans les cendres.	
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1re charge...	5,07	0,7	0,656	0,57	0,143	0.77	2,839
2e charge....	5,07	1,6	0.984	0,855	0,214	0,286	3,937
3e charge....	5 07	1,6	0,574	0,380	0,143	0,603	3,300
4e charge....	5,07	2,2	0,82	0,285	0,143	0,252	3,700
5e charge....	5.07	2,8	0,738	0,665	0,071	0,568	4,842
6e charge....	5,07	3,1	0,738	0.760	0,071	0,335	5.04
7e charge....	5,07	2,8	0,738	0,475	0,143	0.532	4,688
8e charge....	5,07	3,1	0,656	0,75	0,071	0,396	4,973
Total....	40,56	17,9	5,904	4,74	0,999	3,742	33,285
Zinc contenu dans la pâte du creuset d'après l'analyse....							2,000
Total de zinc dans les produits							35,285

En examinant ces chiffres, on voit que la perte de zinc a eu lieu surtout pendant les quatre premières charges ou les deux premiers jours, c'est-à-dire que ce n'est que le troisième jour que le creuset a été verni. Dans les autres expériences que j'ai faites, j'ai eu des résultats analogues, moins sensibles cependant que ceux que j'indique. Cela tient à ce que tous les creusets ne se comportent pas aussi mal que celui sur lequel j'ai opéré. Cela dépend beaucoup de la compacité de la pâte du creuset. D'après une moyenne d'expériences, j'ai reconnu que la perte de zinc due à la porosité

des creusets pouvait être évaluée à 2 kil. par creuset ou à peu près à 2 kil. par 100 kil. de zinc produit.

Moyen de remédier à la perte de zinc. — J'ai dû alors m'occuper de chercher un moyen de remédier aux inconvénients que présente la porosité des creusets. La première solution qui se présente est de hâter la formation du vernis qui s'oppose à l'échappement du zinc. J'ai été ainsi conduit à appliquer sur la surface des creusets la matière qu'on emploie dans les poteries pour vernis, c'est-à-dire le sel marin. On pourrait croire qu'en appliquant cette matière dans l'intérieur des creusets, on pourrait empêcher à la fois la perte du zinc qui passe à travers le creuset et de celui qui reste dans la pâte; mais il n'y a pas de raison pour que ce fondant se combine plutôt avec la pâte du creuset qu'avec les matières terreuses qu'on introduit dans le creuset par la charge; au contraire, les matières placées dans l'intérieur du creuset ont plus de tendance à former un laitier avec une substance étrangère que la pâte réfractaire du creuset. Je me suis assuré de la vérité de ce fait en faisant un essai; j'ai reconnu que le zinc pénétrait bien dans la pâte du creuset malgré ce vernis intérieur; le seul effet produit était que la pâte devenait plus tôt noire que d'habitude, à cause de ce laitier empêchant le zinc de ressortir. Je me suis donc borné à appliquer ce vernis extérieurement. Les ouvriers ont de suite reconnu qu'il y avait une grande différence de rendement entre les creusets ainsi préparées et les creusets ordinaires. Pour m'assurer complétement du résultat, j'ai fait en grand une expérience dans un four reconstruit à neuf. J'ai placé dans la moitié de ce four des creusets ordinaires, et dans l'autre moitié des creusets vernis, en ayant soin de faire en sorte que les deux espèces de creusets soient dans les mêmes conditions pour que la différence des résultats ne puisse être attribuée à une différence de chauffe. L'expérience a duré pendant neuf charges consécutives; j'avais soin de charger exactement la

même quantité de minerai dans les deux espèces de creusets.

CHARGE TOTALE en zinc placée dans le four d'après l'analyse.	CREUSETS VERNIS.			CREUSETS ORDINAIRES.		
	Zinc métallique obtenu.	Zinc contenu dans les crasses.	Zinc contenu dans les poussières.	Zinc métallique obtenu.	Zinc contenu dans les crasses.	Zinc contenu dans les poussières.
443	87	43	5	43	47	5
445	115	62	6	89	59	6
564	152	57	7	137	56	8
702	186	63	9	171	58	9
694	199	76	7	188	62	10
702	197	60	10	187	60	13
719	232	74	13	217	70	14
701	208	66	7	205	48	7
725	226	82	13	226	74	13
Total. . .	2.262 kil.			2.082 kil.		

La différence est donc 180 kil. en faveur du côté où étaient placés les creusets vernis. Si l'on examine la production des poussières, on voit qu'elle est généralement plus forte du côté des creusets ordinaires ; cela m'indique que la température a été plus élevée de ce côté, puisque l'on sait qu'une forte production de poussières est l'indice d'une bonne chauffe. Par conséquent, le zinc obtenu en plus au moyen des creusets vernis ne peut être attribué à une réduction plus complète. D'après le tableau précédent, on peut voir qu'à mesure que les creusets vieillissent dans le four, l'équilibre tend à s'établir entre la production des deux côtés. Cela s'explique facilement par la raison que les creusets ordinaires deviennent à la longue des creusets vernis. Si l'on considère le rendement du four pendant ces expériences, on voit qu'il est mauvais dans les premiers jours même du côté des creusets vernis ; cela tient à ce que le four n'était pas suffisamment échauffé pour réduire complétement la charge qu'on lui avait donnée et qu'il se perdait une quantité considérable de zinc dans les cendres. Si l'on veut se rendre compte du rendement que l'on peut obtenir lorsqu'il n'y a perte de zinc ni par les creu-

sets percés ni par les creusets neufs, on n'a qu'à considérer l'opération du dernier jour où l'on voit que la perte a été de $16^k,22$ par 100 kil. de zinc produit. Je citerai encore une expérience de même nature faite dans l'usine de Corphalie, où les fours sont plus petits puisqu'ils ne contiennent que quarante-deux creusets au lieu de soixante, et où l'on traite des blendes grillées au lieu de calamines calcinées. Dans cette usine, pour placer les creusets ordinaires absolument dans les mêmes conditions que les creusets vernis, j'ai disposé dans un four neuf les creusets de chaque espèce en quinconce. La charge était égale dans chaque espèce de creuset.

CHARGE TOTALE en zinc placée dans le four d'après l'analyse.	RÉSULTATS OBTENUS.					
	CREUSETS VERNIS.			CREUSETS ORDINAIRES.		
	Zinc métallique.	Poussières.	Crasses.	Zinc métallique.	Poussières.	Crasses.
kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
108	9,75	0,50	20	8,25	1,50	20
252	65,00	7,50	51	48,25	10,00	44
424	110,00	8,00	40	102,00	8,00	40
	Autre expérience faite dans un autre four neuf.					
90	9,00	1,50	23	7,50	1,05	23
180	38,75	3,00	29	26,00	4,00	29
275	49,75	5.00	41	43,75	6,00	45
330	68,00	10,00	35	69,00	8,00	32

La même loi peut encore être observée : que les creusets vernis rendent plus de zinc les premiers jours, et que l'équilibre tend à s'établir à mesure que les creusets vieillissent.

Moyen pratique de vernir les creusets. — Après avoir reconnu l'avantage du vernissage des creusets, j'ai cherché à appliquer ce procédé en grand. Voici la manière d'opérer : On fait une dissolution de sel marin, la plus concentrée possible ; on y mélange de la gomme arabique pour rendre la liqueur un peu visqueuse, et cette dissolution chauffée est

appliquée à plusieurs reprises à l'aide d'un pinceau sur le creuset séché et prêt à être cuit. Pour faciliter le travail, au lieu de pinceau, on peut se servir d'une brosse demi-cylindrique ayant la forme du creuset. En imbibant cette brosse de la liqueur, on n'aurait qu'à retourner de 180° le creuset dans ce moule pour passer une couche. Les creusets ainsi préparés se vernissent rapidement dans les lignes inférieures des fours; il est possible que ce vernis ne soit pas assez fusible pour les lignes supérieures; on peut essayer d'autres matières comme vernis; seulement il faut se garder d'employer un vernis trop fusible qui fondrait dans le four à cuire les creusets; car dans le transport de ce four aux fours de réduction le vernis se gercerait et serait une cause de destruction des creusets. Le prix d'un creuset verni par le procédé que j'ai indiqué, coûte 0f,05 de plus qu'un creuset ordinaire; d'après les résultats que j'ai obtenus, on gagne en moyenne 2 kil. de zinc par creuset en employant des creusets vernis plutôt que des creusets ordinaires; c'est donc une dépense de 0f,05 pour avoir à peu près 1 franc de bénéfice.

Ce procédé est aussi applicable dans les usines où l'on traite le minerai de zinc par la méthode silésienne.

En résumé, par le vernissage des creusets ou moufles pour la fabrication du zinc, on réussit :

1° A obtenir un plus fort rendement de zinc métallique;

2° A causer moins de dommages aux propriétés voisines des usines à zinc, puisque le surplus du métal obtenu par ce moyen est gagné sur les vapeurs qui s'échappaient dans l'atmosphère.

DE L'EXTRACTION

DANS LES MINES DU CORNWALL.

Puits inclinés et coudés.

Par M. L. MOISSENET, ingénieur des mines.

INTRODUCTION.

L'extraction joue dans l'ensemble des services de l'exploitation un rôle d'autant plus important que la matière extraite a une valeur moindre, et que les puits sont plus profonds; en outre son activité détermine seule dans certains cas la limite de la production.

Les conditions naturelles, ayant pesé plus lourdement sur les houillères, ce sont elles qui ont fait le plus d'efforts et de progrès; elles ont réalisé tant en Angleterre que sur le continent une série de perfectionnements qui ont amené les procédés d'extraction à remplir d'une manière satisfaisante les exigences de rapidité et d'économie.

Sous ce rapport, les mines métalliques sont restées dans une infériorité relative.

Aujourd'hui pourtant, beaucoup de mines du Cornwall se trouvent sous le coup de nécessités analogues: le minerai abattu est de très-faible teneur et devra supporter des frais de préparation mécanique souvent élevés; la profondeur, sans cesse croissante, dépasse 400 mètres; l'étendue des travaux conduit à une extraction annuelle de 30.000 à 40.000 tonnes et au delà.

Aussi l'attention des ingénieurs, dès longtemps éveillée sur ce sujet, s'y porte-t-elle vivement. Une société locale, très-intéressante, récemment fondée à l'instigation de

M. Robert Hunt, sous le nom de *Miner's association*, a plusieurs fois déjà discuté la question de l'extraction; une sorte d'enquête permanente est ouverte, et il est à présumer que malgré des divergences considérables, les praticiens qui y prennent part arriveront à quelques améliorations.

Le problème, assez simple en apparence, est pourtant en réalité hérissé de difficultés de plus d'un genre.

Importer tout d'une pièce les procédés des houillères ne soutient pas l'examen; car les moyens doivent varier avec les conditions imposées et surtout rester proportionnés au but.

De même qu'en présence des machines à vapeur, le treuil à bras et le manége à chevaux ont leurs raisons d'être, de même, à côté des installations de puits les plus parfaites, les bennes flottantes et les chaînes trouveront logiquement un emploi.

Dans cette question plus que dans beaucoup d'autres, il importe de ne jamais perdre de vue le côté économique: la perfection technique suppose que l'on est maître de toutes les données, et que le but à atteindre justifie toutes les dépenses de premier établissement; or, dans l'état des travaux des mines du Cornwall, l'ingénieur rencontre des obstacles inhérents à leur nature, obstacles variables du reste, qu'il ne peut renverser, mais doit tourner dans chaque cas de la manière la plus avantageuse.

Le principal résulte de ce que le mineur, sans cesse préoccupé de la recherche, puis de l'abatage du minerai, dispose les percements en conséquence et néglige souvent à dessein de se ménager toute facilité pour extraire une matière dont l'existence est encore incertaine.

Il n'y a donc pas lieu ici à chercher une méthode type, une solution absolue, mais à tirer parti des expériences déjà faites pour arriver à agir le mieux possible dans chaque cas bien déterminé.

Je ne me propose pas d'ailleurs d'amener les choses à ce point, mais seulement d'éclairer et de préciser la question, par la mise en œuvre de renseignements puisés à diverses sources et surtout auprès des plus habiles *captains*, pendant mon séjour dans le comté.

Ce travail comporte les divisions suivantes :

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. *Conditions spéciales de l'extraction. Obstacles à son étude.*

Nature des minerais. — Les minerais abattus aux chantiers sont en fragments de diverses grosseurs, quelques uns volumineux et pesants, le reste menu et alors plus ou moins boueux.

La gangue est généralement quartzeuse. Les vases employés soit au roulage, soit à l'extraction, doivent, sous peine de destruction rapide, être solidement et simplement construits ; en sorte que malgré la densité des matières, le poids des vases reste assez élevé relativement à la charge.

Le transvasement, tant à éviter pour la houille, a lieu sans dommage pour le minerai ; la main-d'œuvre seule s'en trouve accrue.

Disposition des puits. — Les puits, généralement ouverts au toit du filon, sont verticaux jusqu'au point où ils le rencontrent et se prolongent suivant l'inclinaison ; celle-ci est

le plus souvent variable. L'axe du puits, tout en se maintenant dans un plan perpendiculaire à la direction du filon, y présente souvent plusieurs coudes, parfois même son inclinaison change de sens. En suivant *le minerai* on est conduit, indépendamment des accidents du filon, à passer d'une branche à une autre : de là les changements de sens, plus rares il est vrai que les simples coudes.

Quelques mines ont cependant des puits entièrement verticaux ; d'autres ont soin de conserver une même pente à partir de la surface. Les plans inclinés tracés diagonalement dans le filon sont peu en usage.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter le mérite relatif des puits inclinés ou verticaux ; les premiers sont et se maintiendront longtemps en majorité : voilà le fait qui domine toute la question de l'extraction.

Les puits sont rectangulaires et boisés, où le terrain l'exige ; l'inclinaison et l'état des parois sont des éléments importants sur lesquels il n'est pas aisé d'être bien renseigné ; le second particulièrement échappe presque à la description.

Nombreuses recettes intérieures. — Les galeries de niveau, espacées ordinairement de 10 fathoms = 18,28 mètres, ont chacune leur recette ; dans les mines profondes on n'a que rarement à extraire des étages les plus élevés ; mais les cinq ou six niveaux inférieurs sont souvent maintenus simultanément en activité, et l'extraction doit se faire alternativement à chacun d'eux et par périodes variables. De la multiplicité des recettes intérieures, destinées du reste à une existence précaire, résulte l'impossibilité de les installer dispendieusement ; en outre, lorsqu'on emploie les câbles plats, on ne peut plus régler rigoureusement le noyau primitif des bobines de la manière la plus propre à compenser les poids morts.

Roulage intérieur. — Chaque niveau sert de galerie de roulage pour les roches abattues, soit au percement de son

extrémité, soit aux chantiers espacés au-dessus de lui sur son parcours.

Les dimensions données aux galeries n'admettent qu'une voie. Dans ces conditions, avec la durée de chargement du wagon, le roulage ne peut pas être très-actif et l'arrivée des matières au puits bien régulière. De là nécessité de former à chaque recette une place de dépôt où l'on accumule les produits du niveau antérieurement à l'extraction.

Une machine pour plusieurs puits. — Les travaux exécutés soit sur plusieurs segments du même filon, soit sur des filons parallèles, sont souvent sans communication intérieure; il faut alors extraire par plusieurs puits assez voisins les uns des autres; d'autres fois sans y être contraint on trouve bon de diminuer le roulage intérieur toujours dispendieux ; l'économie et la possibilité de suffire aux besoins indiquent alors la convenance d'un moteur commun.

Souvent deux puits sont conjugués, c'est-à-dire reçoivent chacun un des vases. Cette disposition a ici des inconvénients.

Discontinuité. — Les grandes mines ont seules une extraction continue par quelques puits. La puissance du gîte, sa richesse maintenue en profondeur au voisinage de ces puits, les rapprochent des conditions faites par les gisements houillers. On rencontrera donc suivant les localités :

1° Fonctionnement permanent ; machine travaillant pour un seul puits ; machine desservant deux puits conjugués ou plusieurs ouvertures alternativement ;

2° Fonctionnement intermittent ; périodes de marche de tant d'heures sur vingt-quatre, ou de tant de jours par semaine.

Proportion à extraire. — Si l'on compare des mines d'égale production, on trouve de grandes différences dans les quantités de matières extraites ; il en serait de même pour des mines dans lesquelles on *abattrait* des poids égaux de roches.

Les motifs de ces différences sont :

1° La concentration plus ou moins grande du minéral utile. Dans l'exploitation des filons d'étain, pauvres mais puissants, on est obligé d'extraire presque tout le minerai abattu, sauf à en rejeter une partie dès le triage au jour; pour le cuivre et le plomb, le minerai en mouche (*dradgy ore*) est dans le même cas.

2° L'étendue et la configuration des travaux. Lorsqu'une mine contient de grands vides, résultant de massifs épuisés et incomplétement remblayés, on en profite, si l'accès en est possible, pour y conduire tout le stérile fait aux chantiers. Si en même temps le minerai est en veines riches, faciles à séparer des gangues ou de la roche encaissante, on peut, tout en produisant beaucoup, limiter notablement l'extraction.

3° Le mode suivi pour les percements et l'abatage. Dans le district de Saint-Just, les chantiers sont d'abord ouverts latéralement au minerai; on se trouve donc dans les conditions avantageuses ci-dessus décrites. Il faut joindre à ce motif le développement variable donné aux recherches au rocher, *cross-cuts* et autres.

4° Le peu d'étendue des travaux. Lorsqu'on ouvre une mine nouvelle, force est bien d'extraire pendant plusieurs années tout le terrain abattu. Dans ce dernier cas on se sert des manéges à chevaux qui, malgré leurs inconvénients, se prêtent à l'intermittence du travail et à la multiplicité des points d'attaque et suffisent jusqu'à une profondeur de 120 à 130 mètres.

Obstacles à l'étude de l'extraction. — L'exposé précédent des causes principales de variation, dans les éléments de la question, montre que l'étude ne peut s'en faire que par l'examen d'un ensemble de mines; on y reconnaît aussi qu'en supposant toutes facilités matérielles dans l'obtention des renseignements, il n'est pas aisé d'arriver à ces chiffres comparatifs, véritables clefs de ce genre de pro-

blèmes. Voici encore d'autres obstacles nécessaires à signaler dès le début de ce travail.

Comptabilité. — La comptabilité des mines du Cornwall ne se prête pas au groupement des dépenses afférentes à chaque service de l'exploitation; un étranger, maître des livres, n'y trouverait le plus souvent que peu de lumières. Les agents eux-mêmes doivent, pour une étude spéciale, se livrer à de véritables efforts, et généralement adopter pour quelques-uns des éléments des évaluations à vue. Les compagnies, il faut l'avouer, n'ont pas su reconnaître l'intérêt qu'il y aurait pour elles à les pousser dans cette voie fructueuse; aussi compte-t-on les hommes intelligents qui entreprennent d'établir des prix de revient, travaux qualifiés de *mining statistics.*

Incertitude sur le poids des matières extraites. — La connaissance du poids des matières extraites, indispensable pour obtenir le prix par tonne, est rendue fort incertaine grâce aux usages locaux et au déplorable système des poids et mesures. Le seul chiffre enregistré est le nombre des vases extraits.

Dans les mines, le poids de la roche en place se compte à raison de tant de tonnes par fathom cube (cube de 6′ de côté); ainsi se trouve remplacée la notion si simple du poids du mètre cube, correspondant à la densité. La roche brisée se mesure ensuite à la centaine de brouettes et de wagons à l'intérieur, de bennes rondes ou carrées dans les puits.

On admet, sur chaque mine, que cent véhicules de telle espèce pèsent tant de tonnes. Peut être objectera-t-on que sur les mines d'étain le mesurage (ou la pesée) qui précède le bocardage offre une garantie d'exactitude spéciale; il n'en est rien, car on ne l'applique qu'après cassage et triage et rejet du stérile (*).

(*) Voir Préparation mécanique du minerai d'étain. *Annales des Mines*, 1858.

On n'aurait le poids exact que si tout passait au bocard; encore devrait-on prendre garde aux réductions faites sur les lots des *tributors*. Avec l'ancienne habitude encore très-répandue de mesurer au *sack*, on peut dire que le poids reste ignoré; car le sack est de 11, 12, 14, etc., gallons, et partout on estime les 100 sacks peser de 9 à 10 tonnes.

Pour l'étain comme pour le cuivre et le plomb, on ne connaît donc que le nombre des vases extraits; quant au contenu, son poids varie avec la nature et la proportion des minerais et gangues associés, l'agrégation naturelle de ces substances et au moins autant avec la grosseur des fragments; enfin dans des vases de même capacité, mais de forme différente, la charge peut n'être pas égale.

Des pesées fréquentes et renouvelées pourraient seules amener à la connaissance de ces variations; on ne les a certainement pas faites, à en juger d'après les écarts rencontrés sur ce point à diverses sources.

Classification des dépenses. — Les frais spéciaux peuvent être groupés comme l'indique le tableau suivant.

Au puits. . . .	Chaînes ou câbles.	
	Vases.	
	Entretien et réparation.	
A la machine.	Houille.	
	Suif, huile, chanvre, étoupes.	
	Mécaniciens . .	Main-d'œuvre de l'extraction.
Aux recettes.	Chargement. .	
	Déchargement.	

Si l'on prend de longues périodes, une année par exemple, on peut arriver à les établir avec une certaine approximation, surtout pour les mines où le travail est continu. La discontinuité introduit au chapitre de la machine une grande augmentation, elle conduit en outre à un mauvais emploi de la main-d'œuvre, et les gages des receveurs, chiffre fixé par mois, ne représentent plus la véritable dépense aux recettes, car dans ce cas ces ouvriers sont partie du temps

employés ailleurs. Cependant il est indispensable d'étudier, au moins par quelques exemples, l'extraction intermittente que l'on rencontre sur la majorité des exploitations.

Voici quelques points sur lesquels les relevés des ingénieurs laissent ordinairement le plus à désirer. L'entretien des puits n'a pas de compte spécial, il varie avec toutes les circonstances et dépend beaucoup des accidents de rupture des chaînes ou des câbles. Peu d'exploitants aiment à s'éclairer à cet égard.

Le prix de la main-d'œuvre et des matériaux consommés n'est pas le même sur toutes les mines et à toutes les époques; les comparaisons ne peuvent pas être fondées si elles portent sur les dépenses et non sur les quantités.

Le chargement et le déchargement comprennent sur beaucoup de mines le roulage extérieur du puits à l'atelier de cassage et triage, et parfois même ne sont pas entièrement exempts du roulage intérieur. Le nombre des ouvriers spéciaux varie en conséquence, sans qu'on puisse l'imputer à la méthode d'extraction.

Aux frais spéciaux on pourrait désirer joindre l'amortissement du matériel et des dépenses de premier établissement. On y arriverait aisément pour les machines et engins divers, mais les foncements de puits exécutés progressivement et payés à mesure échappent aux estimations. Du reste, ce genre de dépenses varie tellement avec les difficultés du terrain, que l'introduire dans les frais de l'extraction serait y mettre la confusion à plaisir et ajouter sans profit à la complexité, déjà grande, des éléments qu'il importe de comparer.

§ 2. *Exposé des divers procédés en usage.*

Deux systèmes opposés sont en présence, caractérisés par la forme du vase.

Le plus ancien (*drawing by kibbles*) emploie le seau en er flottant ou traînant dans le puits, l'autre (*drawing by*

skips) recourt au vase prismatique guidé, avec roues ou barres de frottement.

Seau ou benne en tôle rivée (KIBBLE). — Le kibble, sous divers formats, est seul en usage aux treuils à bras et aux manéges à chevaux ; avec les machines à vapeur on l'a conservé non-seulement dans des puits étroits et irréguliers, mais même dans ceux à grande section, inclinés ou verticaux. Quelques-unes des plus vastes et des plus profondes mines y adhérent énergiquement (Dolcoath, Fowey-Consols). On le suspend à des chaînes ou à des câbles en chanvre plats ou ronds, mais non aux câbles en fil de fer.

Le câble plat est réservé aux puits verticaux (Fowey-Consols), les câbles ronds ne servent que pour les petites profondeurs, quelquefois aux manéges et toujours aux treuils installés pour le fonçage des puits au jour et surtout des cheminées (winzes) souterrainement.

La chaîne est de beaucoup l'attache la plus fréquente du kibble, soit aux manéges, soit aux puits profonds et coudés.

Benne prismatique guidée (SKIP). — Le skip, comme le kibble, ne quitte le puits que pour être réparé. La caisse du skip est un prisme rectangulaire tronqué obliquement vers le bas ; la base supérieure fait défaut, c'est par là qu'on charge le minerai ; l'inférieure forme plan incliné ; les matières glissent sur elle, lorsque le receveur ouvre une porte à charnière, ménagée sur une des faces, et tombent directement dans un wagon.

Le mode de guidage, aussi bien que les détails de construction du vase, offre une grande variété.

Dans les puits verticaux les skips n'ont pas de roue. Aux *United Mines* les guides en bois, fixés à une cloison, sont en forme de coulisses dans lesquelles s'engagent des traverses boulonnées à une des faces du skip, celle opposée à la porte de déchargement.

Dans le cas général des puits inclinés et coudés, le skip

est à quatre roues ; les moyeux sont fixés aux faces latérales, sans qu'aucun essieu ne traverse la caisse. Sur la plupart des mines, les roues sont à jante cylindrique, et portent sur deux guides en bois (quatre dans le puits) ; tout déplacement est prévenu par des barres sur la face d'arrière (*Wheal-Buller*, *Stray-Park*, *Carnbrea*, *South-Frances*).

Quelques puits, notamment ceux dont l'inclinaison change de sens, ont le skip à quatre roues, sans barres, mais avec huit guides dans le puits : les roues ont des rebords comme celles des wagons et sont comprises chacune entre deux guides (*Levant*). A *Devon Great Consols*, des rails légers sont attachés aux guides, de façon que le skip roule entre deux chemins de fer.

On a cherché à n'avoir que quatre guides, sans recourir aux barres de frottement ; le skip a reçu huit petites roues, soit quatre sur une face latérale. Le guide est pris entre ces sortes de galets à rebords, opposés deux par deux. (*Providence-Mine*, *Boswedden*, *Camborne Vean*). Ce système n'est pas à imiter.

Presque partout les guides sont en bois ; j'ai indiqué la superposition de rails à Devon-Consols ; elle est nécessaire dans les puits peu inclinés sur l'horizon (*West Wheal Seton*). Quant aux plans inclinés proprement dits, ils exigent évidemment les wagons sur voie de fer ordinaire (*Wheal Friendship*) ; on les emploie peu, et il suffit de les mentionner, en faisant observer qu'ils sont en dehors du cadre de ce travail.

Il y avait en 1858 à *Wheal Union*, près Redruth, un exemple, le seul à ma connaissance dans le Cornwall, de guidage par câble en fil de fer, dans un puits vertical et peu profond. Le skip porte sur les côtés de sa caisse des pièces de bois percées d'un trou, que traverse le câble. La chute inévitable de poussières quartzeuses dans ce trou doit amener ici l'usure rapide du câble, tandis que l'approfondissement du puits nécessitant l'allongement des

guides, il en résultera des arrêts et des manœuvres pénibles. C'est là un essai malencontreux.

On suspend les skips à des chaînes, à des câbles plats en chanvre et à des câbles ronds en fil de fer : les câbles plats en fer n'ont pas été essayés. Chacun de ces modes d'attache a des partisans bien décidés ; il suffit de dire en ce moment que la chaîne prévaut dans quelques puits en mauvais état, que le chanvre est préféré quand le puits le permet, enfin que le fil de fer, importation relativement récente, lutte jusqu'ici avec peine et n'est pas encore près de triompher.

Les machines motrices et les engins accessoires présentent des variations qui seront mentionnées au paragraphe suivant ; mais, sauf la question de puissance, les moteurs restent en dehors du débat entre les kibbles et les skips, les chaînes et les câbles, principaux éléments des procédés discutés aujourd'hui.

§ 3. *Description et coût des appareils.*

I. Puits (*shafts*).

Les puits foncés de nos jours sont généralement beaucoup plus réguliers et plus larges que les puits en zigzag (*crooked shafts*) des anciens. Lorsqu'on a occasion de reprendre un de ceux-ci, on l'améliore en abattant souvent une grande quantité de roche, et l'on cherche, tout en l'élargissant, à ramener les variations dans l'inclinaison à un petit nombre de pentes successives.

Les dimensions adoptées pour la section d'un puits dépendent avant tout de son objet. On distingue les *drawing shafts*, consacrés exclusivement à l'extraction, et les *engine-shafts* plus vastes, pour l'épuisement. Ceux-ci reçoivent souvent une cloison qui les divise en deux compartiments à peu près égaux, l'un pour les pompes et une ligne d'échelles, l'autre pour les bennes.

Les drawing shafts ont de 5 à 7 pieds ($= 1^m,52$ à $2^m,13$) de largeur, suivant la direction du filon, et $4' = 1^m,22$ perpendiculairement.

Voici quelques dimensions d'engine-shafts.

				mèt.		mèt.		
10'	sur	5'	soit	3,05	sur	1,52		
11'	—	5'	—	3,35	—	1,52	Wendron Consols.
12'	—	7'	—	3,65	—	2,13	Stray-Park.
12'	—	7' / 8'	—	3,65	—	2,13 / 2,45	United-Mines.

On peut les résumer par 3 mètres sur $1^m,50$, à $3^m,65$ sur $2^m,15$, longueurs prises dans œuvre aux parties boisées.

Le compartiment de l'extraction a toute l'épaisseur du puits sur une largeur de 5 à 7 pieds. Lorsqu'on emploie les kibbles, le danger des ruptures oblige à faire la cloison en pièces de sapin jointives de 5" à 6" ($= 0^m,127$ à $0^m,152$) d'épaisseur; mais avec les skips on se contente de planches de 1" 1/2 $= 0^m,038$, clouées sur des traverses de 5" sur 8" (0,127 sur 0,203), lesquelles sont espacées d'environ $6' = 1^m,83$.

Dans la plupart des mines d'étain et beaucoup de mines de cuivre, le filon et la roche au contact sont plus durs que le terrain avoisinant; les puits s'y soutiennent bien et peuvent offrir au mur une surface inclinée, presque unie. Dans le killas et le granite tendres, notamment dans la partie verticale voisine du jour, les puits sont boisés, et si l'on se sert de kibbles, on garnit de planches l'intérieur des cadres. Je traiterai plus loin du guidage des skips et des recettes dans les deux systèmes.

II. Kibbles.

Comme exemple de kibbles d'une bonne grandeur moyenne, j'ai représenté, *fig.* 1, Pl. VII, celui de Dolcoath (1858), dit à six feuilles (***six plates kibble***).

Les grandes *foundries* du Cornwall fabriquent exprès pour kibbles des feuilles martelées, très-résistantes, en employant des riblons rechauffés en paquet et battus au marteau-pilon ; ces feuilles sont livrées planes et découpées d'après les ordres, c'est-à-dire ici suivant la *fig.* 2.

A la mine, les forgerons ont un creux en fonte de 3″= 0ᵐ,076 d'épaisseur, dans lequel la feuille reçoit sa double courbure. Chacune est percée de quatorze trous, six sur le long côté et deux vers le bas. Les feuilles sont réunies deux à deux par six rivets, avec recouvrement de 3″.

Un fond, légèrement bombé, s'applique extérieurement sur les petits bouts, recourbés à angle droit ; le bord supérieur des feuilles est replié en forme de cordon ; une anse très-forte est rivée sur deux feuilles opposées ; une autre très-petite sous le fond.

Dimensions d'une feuille plane :

	mètres.				mètres.
Longueur.	3′3″=0,990	Largeur	en haut.	14″1/2	=0,368
Épaisseur.	1″/4=0,0063		au ventre.	15″1/2	=0,397
			à 2″=0,05 du bout.	12″	=0,305
			au bout.	8″	=0,203

Le fond a 15″=0ᵐ,385 de diamètre, et 3″/8=0,0095 d'épaisseur ; outre ceux de l'anse, on compte cinquante rivets en fer de 1″1/4=0,031 de diamètre.

Le kibble mesure environ :

		mètres.		mètre.
Diamètre	en haut. . . .	22″=0,558	hauteur.	34″=0,863
	au ventre. . .	24″=0,609	cube. . .	2 hectolit.
	en bas.	15″=0,385		

On compte pour le poids :

Six feuilles et fond.	2 1/2 cwts	= 127 kilos.
Accessoires (1/5 du poids des feuilles).	1/2 —	= 25 —
Poids total.	3 » cwts	= 152 kilos.

Il peut charger 7 cwts = 355 kil. de minerai d'étain.

Voici quelques indications sur d'autres kibbles :

A Dolcoath même, on commençait à employer un vase plus grand, à sept feuilles, pesant 3 1/2 cwts=178 kil. et chargeant 10 cwts = 508 kil.

A Drakewalls, on extrayait d'une faible profondeur avec les plus grands kibbles que j'aie vus dans le pays, savoir : diamètre 33″ = $0^m,848$, hauteur 3′ = $0^m,914$, poids 4 1/2 cwts = 228 kil., charge près de 15 cwts = 762 kil.

Lorsque la largeur du puits le permet, on augmente volontiers le diamètre du kibble par rapport à sa hauteur ; l'exemple de Dolcoath peut être regardé comme un type un peu étroit.

Très-souvent l'anse est mobile ; c'est une barre recourbée faisant crochets à ses deux extrémités. Deux oreilles sont rivées sur les feuilles, et l'anse est engagée par force, comme un arc que l'on détendrait. Dans le cas de larges kibbles, cette disposition donne plus de mobilité lors de la rencontre des deux vases ; en revanche, ils sont moins stables au bout de la chaîne.

Poids et charges. — J'ai réuni dans le tableau I des renseignements d'une certitude inégale, mais entraînant les principaux kibbles en usage.

Poids et charges des kibbles (tableau I).

MINES.	A. POIDS du kibble vide.	B. CHARGE possible en minerai.	C. RAPPORT. A/B ×100	D. POIDS du kibble plein.	E. CHARGE admise pour 100 kibbles.	F. CHARGE moyenne déduite de E.
	cwts. kil.	cwts. kil.		cwts. kil.	tons.	cwts.
Dolcoath. N° 1	3 =152	7=355	43	10 =507	30 à 35	6 à 7
Dolcoath. N° 2.	3 1/2=178	10=507	35	13 1/2=685	»	»
Drakewalls. . .	4 1/2=228	15=762	30	19 1/2=990	65	13
Botallack. . . .	3 =152	5=254	60	8 =406	25	5
Powey Consols.	3 =178	9=457	38	12 1/2=635	30 à 35	6 à 7
			Kibbles pour manéges à chevaux.			
Powey Consols.	1 3/4= } 90	4=203	44	6 3/4=293	12 1/2 à 15	2 1/2 à 3
Wendron. . . .	1 3/4= }					
North Downs. .	1 =50,7	2=101,5	50	3 =152	10	2

La colonne B donne les poids que *peuvent* charger les kibbles, et E le poids de 100 charges, tel que l'on a coutume de le compter dans le travail ordinaire de l'extraction. Le dernier chiffre F répond à une charge inférieure à celle indiquée pour le vase pris isolément.

Dans les conditions moyennes, le kibble de 150 kil. prend 300 kil. de minerai; celui de 60 à 70 kil. pour manége en reçoit 125.

Le rapport C peut être estimé à 50 centièmes et abaissé à 40 pour les vases les plus grands et surtout les plus larges.

Prix d'achat ou de revient. — Les fonderies vendent non-seulement les matériaux des kibbles, mais aussi les vases tout confectionnés. On les achète au quintal, et le prix est identique à celui des chaudières à vapeur. Une différence en plus sur le prix des feuilles, de 4 sh. par cwt (=9f,84 par 100 kil.), représente la main-d'œuvre et le bénéfice de l'usine dans la construction des kibbles. Les mines qui possèdent une forge bien outillée ont un avantage notable à les fabriquer et à les réparer. Voici quelques chiffres à cet égard :

On a payé

	De 1855 à 1857.	En 1858.	Soit de 1855 à 1857.	En 1858.
	par quintal.		par 100 kilos.	
Kibbles confectionnés.	21 à 20	19 sh.	51,68 à 49,22	46,76 fr.
Feuilles martelées. . .	17 à 16	15 —	41,84 à 39,38	36,92 —
Fer à rivets.	14 1/2 à 14	14 —	35,93 à 34,46	34,46 —

Le kibble de Dolcoath pesant 152 kil. aurait été acheté de 78f,65 à 71f,07, soit 75 francs. Sur la mine, on compte pour la façon d'un kibble une journée d'un forgeron et son aide, soit avec la houille une dépense de 5f,50 à 6 francs au plus. Le vase reviendrait à environ 66 francs ou bien encore à 44 francs les 100 kil.

Consommation, durée. — Comme exemple de consommation et de durée des kibbles, je citerai les chiffres suivants

qui m'ont été donnés par le captain Ch. Thomas et sont relatifs aux deux puits principaux de Dolcoath pour l'année 1855 :

Acheté :

	liv.	sh.	kil.	fr.	fr.
Feuilles de kibble, 7t,15 cwts à 16 sh. 6 d. par cwt.	128	5	7.871 à 40,61		3.196,88
Fer de rivets, anses, fond. . . . Payé aux forgerons pour fabrication et réparation.	100	0.			2.500,00
Total. . . .	228	5.			5.696,88

Vendu :

Vieux kibbles.	47	18.	1.188,13
Dépenses aux deux puits. . . .	180	7.	4.508,75

Faute de connaître les réparations exécutées, on peut se borner à observer que les feuilles consommées *équivalent* à 62 kibbles neufs.

Si l'on admet que le fer des rivets et anses pèse 1/5 du poids des feuilles, et que le vieux fer a été revendu à 6 sh. par cwt (=14f,77 les 100 kil.), on trouve que 14 p. 100 du poids du fer a été réellement *usé* par le frottement. On a consommé par puits, en 300 jours de travail, l'équivalent de 31 kibbles ; c'est-à-dire que chaque kibble, même avec les réparations, n'a dû faire qu'un service de dix à douze journées de vingt-quatre heures.

D'après des données réunies dans un tableau ultérieur, on voit approximativement que le parcours moyen d'un kibble a été de 1.000 kilom., et son usure de 22 kilogr.

Il ne faudrait pas attribuer à ces nombres un sens qu'ils ne sauraient avoir, et les prendre pour plus qu'une simple indication. En effet, une des causes essentielles de consommation est la rupture des chaînes amenant la chute du vase au fond du puits ; l'accident peut se produire lorsqu'on vient

d'attacher un kibble tout neuf, lequel se trouve alors entièrement détruit.

Ainsi s'explique d'ailleurs l'usure très-faible des matériaux.

Dans les conditions précédentes, on peut établir la dépense à laquelle donnera lieu 100 kil. de fers divers achetés pour kibble, ou le vase lui-même pesant 150 kil.

	fr.		fr.
100 kil. de fer.	40,0	Pour un kibble de 150 kil.	60
Fabrication, entretien. .	20,0	. . . .	30
	60,0	. . . .	90
Revendu vieux.	12,0	. . . .	18
Dépense définitive. .	48,0	. . . .	72

En 1858, on extrayait à Dolcoath avec cinq machines, deux travaillant jour et nuit, une environ moitié du temps, la quatrième un tiers, et la cinquième fort rarement, représentant ensemble trois puits en activité continue. On faisait à la forge 7 à 8 kibbles par mois, soit 90 par an, ou 30 par puits pour l'année.

A Botallack dans quatre puits intermittents on comptait une consommation moyenne de 18 kibbles par puits et par an.

Recettes intérieures (plats). — A chaque niveau on entaille la roche ou le filon au toit, pour établir en contre-bas la place de dépôt et de chargement. Lorsque le puits est dans le filon même, les deux galeries en regard sont reliées par une petite galerie au rocher, contournée de manière qu'une seule recette suffise; si le puits est hors du filon, ou s'il est vertical, la recette est placée suivant les convenances et une galerie à travers banc (*cross-cut*) vient y aboutir.

Les dimensions de l'excavation n'ont rien de fixe; elle n'est qu'un simple dépôt où les rouleurs viennent vider les brouettes ou wagons jusqu'à ce que l'accumulation du mine-

rai rende l'extraction opportune. Le système du tribut, qui veut que les lots des diverses brigades restent toujours séparés, amène seul quelque complication dans le service des recettes ; il importe alors d'y avoir des hommes de confiance et surtout d'y exercer une surveillance assidue.

La benne arrive aux pieds du chargeur (*filler*) en glissant sur un pont volant (*gate*) incliné d'environ 60°. Il est fait de madriers de 3″ = 0,076 d'épaisseur boulonnés à des traverses qui s'appuient en bas du côté de la recette, en haut sur la paroi opposée du puits, c'est-à-dire ordinairement sur le mur du filon. Le chargeur remplit le kibble à la main pour les gros fragments et à la pelle pour le menu, puis donne le signal au mécanicien.

Recette au jour. — La manœuvre au jour est un peu plus compliquée. J'ai représenté, *fig.* 3 et 4, la disposition d'une des recettes de *Carnbrea*. La *fig.* 3 est une élévation perpendiculaire à la direction du filon donnant une idée de la bouche du puits et du chevalement assez imparfait d'ailleurs ; la *fig.* 4 est la vue en dessus du couvercle mobile. Je renvoie aux échelles pour la plupart des dimensions, et je veux seulement expliquer ici la manœuvre des kibbles, pour pouvoir la comparer plus loin à celle des skips.

Le receveur (*lander*), ayant amené son wagon vide à la margelle du puits, se tient sur un plancher, attentif à l'arrivée du kibble montant (*). Il pèse sur la poignée P, qui par un levier agit en P′ ; un fort contre-poids C attaché à C′ aide le mouvement.

Le kibble sort du puits, et le couvercle retombe aussitôt

(*) Dans la *fig.* 3, les deux poulies et les deux chaînes n'ont qu'une même projection, le kibble descendant est supposé du côté du lecteur. Le couvercle du puits a 8′10″ sur 6′6″ (= 1m,168 sur 1m,980) ; il est en bois de 6″ = 0,152 d'épaisseur, fortement boulonné, avec revêtement antérieur en tôle ; il peut tourner autour d'une forte charnière.

que l'ouvrier lâche la poignée ; le vase, qui a frotté en dernier lieu sur des planches inclinées, a un léger mouvement d'oscillation. Le receveur met un pied sur la marche pour attacher la tenaille T à l'anse du fond et guide la descente ; le minerai tombe au wagon. Ensuite par une série de manœuvres inverses le kibble est repoussé dans le puits et le couvercle rabattu.

La *fig.* 4 montre les pièces de retenue (*catches*) *aa'*, *bb'* ; la première est en action, l'autre au repos : en voici l'objet.

Les ruptures de chaîne ont très-généralement lieu à la montée ; souvent le puits est fort éloigné de la machine et de l'un à l'autre la chaîne porte horizontalement sur un grand nombre de poulies, élevées par des supports en charpente. La tension la plus forte s'exerce naturellement au voisinage de la machine, en sorte que la chaîne se rompt au jour. C'est dans ce cas seulement que fonctionne le *catch aa'*. Mobile autour d'un axe, il frappe pendant la marche tous les anneaux successivement, avec un cliquetis continuel ; y a-t-il rupture, c'est-à-dire descente de la chaîne, il la pousse aussitôt contre la pièce fixe en fer, qui lui est opposée et forme avec elle une fente trop étroite pour que l'anneau d'abord arrêté, puisse la franchir.

Le receveur après chaque déchargement, met en position le catch du kibble montant. Il pousse ensuite son wagon soit à l'atelier de préparation où il le vide, soit au point où il l'échange avec celui d'un rouleur.

III. Skips.

En étudiant la construction des skips, il est à propos de distinguer d'une part la caisse, de l'autre les roues et barres de frottement qui dépendent du mode de guidage adopté et doivent être examinées parallèlement à l'installation intérieure du puits.

Caisse des skips. — Comme exemple de skip, j'ai repré-

senté *fig.* 5 et 6 celui de la mine de *Levant*, construit à la fonderie Holman, à Saint-Just.

Les faces sont réunies par des cornières (*angle iron*) de 2" 1/2 = 0^m,063 de largeur, avec rivets espacés de 7" = 0^m,178. Les longs côtés (*fig.* 6) sont recourbés à angle droit et le fond rivé par dessous. La plaque, qui sert de porte, a deux rebords latéraux de 2" 1/4 = 0^m,057 ; elle est renforcée par deux bandes rivées, de 2" 1/2 de largeur.

La fermeture se fait par une goupille horizontale et une aiguille verticale; on les place et on les enlève au marteau. L'œil pour la goupille appartient à une pièce, rivée au fond du skip et dont la saillie passe dans une échancrure de la porte.

Un mode de fermeture préférable est représenté *fig.* 7; c'est celui de *Wheal-Buller*. Une fourche verticale, en fer carré, peut glisser le long de la porte et ses branches pénétrer dans deux saillies rivées au fond. En marche le mouvement est prévenu par une sorte de poignée qui cale le dessus de la fourche. Le receveur en deux coups de pic, fait tourner la première et lève la seconde.

Je reviens au skip de Levant. Une bande de fer de 4" = 0^m,101 de largeur sur 1"/2 = 0^m,012 d'épaisseur est appliquée sous le fond, pour le renforcer suivant sa ligne de contact avec l'arrêt à la recette au jour. Les deux oreilles, auxquelles l'anse s'accroche, ont 9" = 0^m,228 de largeur à la base, et portent sur une hauteur égale contre la paroi intérieure ; la jonction est faite par quatre rivets.

L'anse a ici une figure ogivale ; le plus souvent elle est coudée à angles droits de manière à laisser libre toute l'entrée du skip, lorsqu'elle est rabattue. Chaque essieu est maintenu par une plaque intérieure de 15" = 0^m,385 sur 7" = 0^m,178 et cinq rivets. Le diamètre de l'essieu est ici 1" 1/2 = 0^m,038. On compte en tout 114 rivets, gros et petits.

J'ai groupé dans le tableau II les indications principales relativement aux skips de diverses mines.

Dimensions, poids et charges moyennes des skips. . Tableau II.

NOM DE LA MINE.	UNITED MINES.	WHEAL BULLER. Hocking shaft.	STRAY-PARK.	CARNBREA.	LEVANT.
Mode de guidage.	Puits vertical. Barres de frottement.	Roues et barres : 4 guides.			Roues et 8 guides.
	pl. po. mètr.	pl. po. mètr.	pl. po. mètr.	pl. po. mètr.	pl. po. mètr.
Caisse. Largeur entre les guides. .	» 24 = 0,609	» 20 = 0,508	» 17 = 0,432	» 19 = 0,482	» 19 = 0,482
Caisse. Épaisseur.	» 24 = 0,609	» 26 = 0,660	» 24 = 0,600	» 22 = 0,558	» 21 = 0,533
Caisse. Hauteur de la face d'avant.	4 = 1,219	4 = 1,219	4 6 = 1,372	4 4 = 1,321	4 9 = 1,448
Caisse. Hauteur moyenne.	1,068	1,068	= 1,220	= 1,298	= 1,330
Épaisseur de la tôle des faces. . .	»	» » 1/4 = 0,0063	» » 3/8 = 0,0095	» » 1/4 = 0,0063	» » 1/4 = 0,0063
Épaisseur de la tôle du fond. . . .	»	» » 3/8 = 0,0095	» » 1/2 = 0,0127	» » 3/8 = 0,0095	» » 3/8 = 0,0095
Roues. . . . . diamètre. . .	Pas de roues.	» 20 = 0,508	» 18 = 0,457	» 14 = 0,355	» 22 1/2 = 0,570
Roues. . . . . épaisseur. . .		» 2 1/2 = 0,063	»	» 3 = 0,076	» 4 = 0,101
	cwts. kil.	cwts. kil.	cwts. kil.	cwts. kil.	cwts. kil.
Poids du skip complet.	6 1/2 = 330	8 = 406	9 1/2 = 482	6 = 304	8 = 406
Poids de la charge moyenne. . .	12 1/2 = 635	12 1/2 = 635	11 1/4 = 571	11 1/4 = 571	11 1/4 = 571
Poids du skip chargé.	19 = 965	20 1/2 = 1041	20 3/4 = 1053	17 1/4 = 876	19 1/4 = 977
C. Rapport du poids du skip à sa charge : pour 100.	52	64.	84	53	71
Cube de la caisse, en litres.	360	360	320	324	318

Je dois faire ici au sujet de la charge la même réserve que pour les kibbles : de grandes variations s'y produisent. Ainsi avec des minerais riches, le skip de 520 litres recevrait 17 à 18 cwts et celui de 560 en prendrait jusqu'à 20 et 21.

Ces gros chiffres sont ordinairement ceux que l'on cite aux visiteurs, mais ils ne représentent pas le poids normal.

Le captain Tonkin (*) pense qu'un skip capable de tenir 12 cwts ne devrait jamais en peser plus de 8 à 9, et dit avoir vu des skips atteignant à vide 13 cwts.

Je crois que, dans le cas le plus fréquent, le rapport C sera d'environ 70, et ne s'abaissera à un minimum de 50 que pour les vases les mieux conçus. Sur ce point d'ailleurs influe beaucoup le type de roues adopté.

Guidage. — Les divers modes de guidage répondent aux conditions des puits ; on y trouve cependant pour les détails toute la variété qu'il a plu à chaque ingénieur d'y introduire, je me bornerai à quelques exemples, en développant surtout le système le plus répandu des roues et barres de frottement.

Aux *United-Mines*, le puits est vertical, le skip n'a pas de roues ; des barres en bois, boulonnées horizontalement à la face d'arrière, une vers le bas et deux à peu près jointives vers le haut, dépassent la caisse de $0^m,10$ et s'engagent dans les coulisses verticales. Celles-ci sont boulonnées à la cloison qui sépare l'extraction du man engine.

A *Wheal-Buller* on extrait par puits conjugués ; le système de guidage serait du reste applicable dans le cas de deux voies et c'est l'hypothèse admise *fig.* 13 et 14.

Le puits est vertical jusqu'à l'Adit, soit 40 toises ; au delà il plonge au nord avec le filon à raison de 1 de base pour 8

(*) Dans un mémoire lu à l'Association des mineurs du Cornwall.

de hauteur (*). Les guides forment rainures; la caisse du skip reçoit à la fois deux pièces de bois verticales, pour parer au mouvement de lacet et deux barres de fer boulonnées par dessus aux niveaux des essieux; le tout glisse avec jeu dans les rainures.

Chaque guide comprend deux bois superposés: la voie a $8''=0^{m},203$ de large et $3''=0^{m},076$ d'épaisseur; le rebord a $3''$ de côté. Des traverses de $6''$ sur $7''$ ($=0^{m},152$ sur $0^{m},178$) supportent les guides; les boulons sont en fer de $1''/2=0^{m},0127$. L'espacement des traverses est de $9'=2^{m},743$ pour le cas d'une seule voie; on le réduirait à $6'$ s'il y en avait deux. On mesure entre les guides $20''=0^{m},508$ et $2'\,6''=0^{m},762$ d'une rainure à l'autre; le puits a $7'=2^{m},133$ de largeur.

Les roues (*fig.* 8) sont en fonte, cerclées de fer; le modèle en est lourd et bien inférieur à celui de Carnbrea (*fig.* 9).

La roue de Carnbrea a la jante et quatre rayons en fer forgé et le moyeu en fonte; l'épaisseur du cercle est $1''/4=0^{m},0063$, des bras $1''=0^{m},025$; le diamètre du moyeu $3''\,1/2=0^{m},090$, de l'œil $1''\,3/8=0^{m},045$. Elle pèse 28 lbs $=12^{k},695$; soit pour le skip, 1 cwt $=50^{k},782$.

En s'appliquant ainsi à alléger les pièces accessoires, le captain J. Daw de Carnbrea a réussi à construire un skip des plus avantageux, puisque son poids total n'est que de 6 cwts et qu'il prend jusqu'à 12 à 13 cwts du lourd minerai de Barncoose.

Stray-Park est une mine ancienne et profonde, joignant Dolcoath à l'est. On la reprenait en 1858 et on achevait l'installation de l'Engine shaft (*fig.* 11 et 12).

Le puits est vertical jusqu'à 100 toises du jour, il plonge ensuite régulièrement de $15''$ par toise (5 de base pour 24

(*) Plus exactement de 14 toises sur 117 : le niveau 117 était en 1858 le plus bas auquel on travaillât; la profondeur maxima était de 180 toises.

de hauteur) ; ses dimensions avaient été 5′ sur 7′, mais on venait de les porter a 7′ sur 12′, en réservant à l'extraction une largeur de 6′ = 1m,83. Le skip est pesant et assez mal conformé à cause du peu de largeur dont on a pu disposer. On voit (*fig.* 12) que pour prévenir l'arrachement des guides, dans la portion verticale, on a terminé les barres de frottement par des appendices en forme de marteau à deux taillants.

L'installation des guides mérite au contraire d'être décrite. Les longrines ont 5″ sur 6″ (= 0,127 sur 0,152) ; elles ont été sciées dans des pièces de Longsound de 30′ à 40′ et de 8″ de côté. Leur longueur moyenne est de 36′ = 10m,972 ; elles sont assemblées à mi-bois sur 1′ = 0,305. Au niveau de l'assemblage on place toujours un étai, et un même boulon réunit le tout. Les étais ou traverses, allant ici du toit au mur, sont au nombre de trois dans un même plan ; une distance d'environ 6′ est laissée entre chaque groupe.

Toutes ont 8″ = 0m,203 d'épaisseur verticale ; celle qui supporte les planches de la cloison a 5″ = 0m,127 de largeur, les deux autres n'ont que 3″ = 0m,076.

Le mode de guidage précédent par roues et barres (*wheels and rubbers*) est le plus répandu, parce qu'il répond au cas général d'un puits, vertical d'abord, ensuite incliné sous divers degrés, mais dans le même sens. Ceux qui suivent, applicables d'ailleurs aux mêmes conditions, satisfont à celles plus complexes d'une inclinaison variable non-seulement de pente, mais de sens.

A *Levant* (*fig.* 5, 6 et 10) le puits, redressé autant que possible, plonge au nord-est, ensuite au sud-ouest, et présente encore quatre coudes ; il a environ 6′ sur 4′. Les guides, au nombre de huit, ont 4″ 1/2 = 0m,114 d'équarrissage ; les quatre guides d'une voie sont espacés de 2′ = 0m,609 dans les deux sens (*).

(*) A la mine voisine de *Botallack*, le puits Chycornish, ouvert

Les roues se composent d'un plateau en fer de 1"/2 = 0m,0127 d'épaisseur et de 27" de diamètre, légèrement bombé sur les bords; d'un disque en bois de 4" = 0m,101 d'épaisseur sur 22" = 0m,558 de diamètre, relié au plateau par quatre boulons; enfin d'un bandage ou frette en fer de 1"/4 = 0m,0063. Les rebords font saillie de 2" 1/2 = 0m,063. Le diamètre extérieur du bandage étant de 22" 1/2, il reste 1" 1/2 = 0m,038 pour le jeu des roues dans les guides.

Grâce à l'emploi du bois, la roue de Levant, quoique grande, n'atteint pas un poids excessif; en revanche elle s'use rapidement.

A *Devon Consols*, un des puits est guidé d'une manière analogue, l'écartement est aussi de 2', mais les longrines sont revêtues de rails légers et les roues du skip sont faites comme celles d'un wagon.

Au lieu de quatre roues et huit guides, j'ai dit que quelques mines avaient adopté quatre guides et huit roues. L'inconvénient principal est d'alourdir et de compliquer le skip en lui donnant huit essieux, et d'augmenter ainsi les frais de graissage et d'entretien.

A *Providence-Mine*, on a pourvu à l'addition de poids en réduisant les épaisseurs de tôle à 3"/16 = 0m,0048 pour les parois et 3"/8 = 0m,0095 pour le fond de la caisse.

L'emploi des rails sur longrines, comme guides, devient nécessaire lorsque le filon est incliné de 50° au plus sur l'horizon; la composante du poids du skip normale à la voie est assez forte pour ramener alors aux conditions des plans inclinés.

Ainsi à *West Wheal Seton*, là où le filon (Old north lode) plonge au nord à raison de 5 de base pour 6 de hauteur, on a des rails en ∩; vers le fond la pente étant de 2' 1/2

---

sur le filon de Parknoweth, est vertical et boisé jusqu'à 80 toises du jour; il a ensuite deux inclinaisons successives dans le même sens. Les huit guides ont 4" = 0,101 seulement d'équarissage.

par toise, c'est-à-dire plus roide, on se contente de barres de fer plat.

Comparaison des systèmes de guidage. — Comparons sommairement ces modes de guidage au point de vue du frottement et du poids du skip. Nous devons pour cela toujours faire acception de la configuration du puits; mais nous écartons le puits entièrement vertical et le plan incliné pour nous renfermer dans le cas général d'un puits vertical d'abord et ensuite incliné sous divers angles, tout en faisant au moins 65° à 70°.

Dans la portion verticale du parcours, les roues sont nuisibles, excepté s'il y en a huit, car elles agissent alors comme galets laminant le guide: à Levant, au contraire, la roue d'un grand diamètre oscille entre deux guides, qui tendent à chaque rencontre à lui imprimer une rotation contraire à celle dont elle est animée: de là frottement et usure.

Avec les roues et barres le ballottement n'y est pas non plus évité, et les têtes de barres de Stray-Park ne sont pas de trop pour diminuer l'arrachement du bois sur l'arrière des guides. Ce dernier mode a aussi, pendant tout le trajet, l'inconvénient des frottements latéraux, qui disparaîtraient si l'on remplaçait les roues à jantes planes par des roues de wagon, en garnissant bien entendu les longrines de rails légers.

En revanche on peut, avec lui, diminuer le poids des skips en réduisant le diamètre des roues; ainsi avec une pente prononcée comme à Wheal-Buller, les roues seraient avantageusement réduites de presque moitié.

Les traverses seront en général plus rationnellement posées du toit au mur (Stray-Park); on pourrait, en adoptant un rail en ⊥ élevé, en faire le corps principal du guide. L'arrière serait couvert de bois de 2" à 3" d'épaisseur et le joint à éclisse: un coussinet en fer de la forme d'une console, et boulonné latéralement à la traverse, réunirait les

extrémités de deux rails, qui y seraient eux-mêmes boulonnés. La presque verticalité de la voie rendrait la flexion peu sensible, et en prenant des rails de 12' à 15', on se contenterait des traverses de joint et l'on réduirait ainsi le cube total des étais. Le skip à petites roues de wagon et barres ransversales n'aurait pas de bois verticaux à l'arrière et le mouvement serait très-doux.

Sans insister sur le cas où l'inclinaison affecte plusieurs sens, je reviens aux prix des appareils skips et guides.

Prix et durée des skips. — Selon leurs ressources, les mines achètent les skips confectionnés, ou la tôle et les fers pour les construire à leur forge. En 1858, *Botallack* s'était procuré à Saint-Just deux skips en tôle de fer, analogues à ceux de *Levant*, aux conditions suivantes :

Poids des deux caisses.	13 cwts 1 qr. 26 lbs.
Prix, à 26 sh. par cwt.	17 liv. 10 sh. 6 d.

soit par caisse 342^{k},327, à 64 fr. les 100 kil.; 219^{f}.10.

M. J. Hocking estime (1862) les deux skips de Levant à 14 liv. 8 sh.; soit par caisse 180 fr.

La tôle pour skip ou wagon se vend, selon la qualité, 14 à 17 sh. par cwt = 32 à 42 fr. les 100 kil. A ces prix les fonderies paraissent ajouter, pour fabrication et bénéfice, environ 10 fr.; la construction sur les mines doit se réduire à 6 fr. par 100 kil. Une caisse de 300 kil. y reviendrait à 150 ou 160 fr. Quant aux roues, on les paye, en fer forgé, de 9 d. à 1 sh. par livre. Si l'on s'en tient aux roues légères de Carnbrea, on aura les quatre pour 105 à 140 fr. Le skip complet, de 350 kil., capable de charger 600 kil. de minerai, ne coûtera pas moins de 250 fr. = 10 liv.

La durée de ces vases dépend, comme celle des kibbles, des accidents de rupture dans le puits. On tient une paire de skips en réserve à chacun d'eux ; si l'extraction est continue, la consommation peut être évaluée à deux paires par puits et par an, sinon à une paire seulement. La durée des

roues est éminemment variable ; à Levant, on estime qu'un skip use 18 roues en un an.

Quelques mines emploient le parachute de Bennett (*safety-catches*), à ressort et griffes, de même principe que celui de M. Fontaine; le skip, presque soustrait aux chances d'accidents, durera plus d'une année. Si l'on s'astreint au parachute, ou tout au moins à la surveillance et à l'entretien des câbles, on peut, sans craindre la dépense et avec un grand avantage sous le rapport de l'allégement des vases, se servir de ***skips en tôle d'acier***, tels que ceux achetés par Botallack (1858).

La caisse pèse 4 cwts 8 lbs et coûte, à raison de 56 sh. par cwt, 11 liv. 8 sh. : soit en mesures métriques 206k,75, à 137f,838 les 100 kil., 285 francs,

Le skip d'acier avec roues en fer pourra ne peser que 260 kil. pour une charge moyenne de 570, ce qui abaisse le rapport C. à 45.

Prix du guidage. — Comme exemples de consommation et prix des bois pour guidage, je prends Stray-Park et Wheal-Buller, en renvoyant, pour les dimensions, aux chiffres déjà cités.

A Stray-Park, 100 mètres courant de puits à deux voies comprennent (*) :

	m. c.	fr.	fr.
Quatre guides en sapin. .	7,952	à 83,39.	663,12
Traverses en sapin. . . .	7,091	à 65,47.	464,25
Total.	15,043	pour . .	1.127,37

soit 11f,30 de bois par mètre courant de puits.

(*) Voici comment s'établit le compte pour 100 fathoms de puits :

Les guides sont coupés dans des bois de 8''; les croûtes qui en résultent servent en faible partie dans la mine, la masse pour le chauffage; il n'y a pas lieu de les porter en déduction. Le bois brut nécessaire, y compris les dix-sept assemblages par guide, est de

A Wheal-Buller, 100 mètres courant de deux puits conjugués, tenant chacun une seule voie :

	m. c.		
Traverses.	8,749		
Guides	4,534		
	13,283	à 65f,47. . . .	869f,68

soit 8f,70 seulement par mètre.

Les puits à huit guides, comme ceux de Levant et de Botallack, prennent plus de bois que celui de Stray-Park; mais les guides étant de moindre équarrissage, on ne dépasse pas 16 à 17 mètres cubes par 100 mètres, et un prix de 12 fr. à 12f,50 par mètre courant.

A la valeur des bois il faut ajouter celle des boulons et les gages des charpentiers et aides pour la mise en œuvre et la pose : ce dernier élément est bien variable avec l'état des puits, et à défaut de comptes exactement relevés, il est difficile de l'apprécier.

1.097 pieds cubes, soit, en y joignant la retenue du marchand de 1/2 pied par pièce, pour 68 pièces :

	liv.	sh.	d.
1.131 (= 1.097+34) pieds Longsound à 9 d. . . .	42	8	3
Sciage de 5.661 pieds quarrés à 2 sh. 2 d. par 100 p.q.	6	2	8
Coût total pour 514 pieds cubes de guides, après le sciage.	48	10	11

Ce qui fait ressortir le pied cube de guides à 1 sh. 11 d. = 2f,36, prix très-élevé, dû au déchet sur le sapin brut de 8", choisi d'un aussi fort équarrissage en vue de la longueur des pièces à obtenir.

Les deux traverses de moindres dimensions ont été achetées prêtes à 3 d. par pied courant, ce qui répond à 1 sh. 6 d. par pied cube. Les 100 fathoms en absorbent 1.500', soit 250 pieds cubes. On admet un prix de revient égal, de 1 sh. 6 d., pour la traverse plus forte qui soutient la cloison et cube 208 pieds 1/3.

Total pour les traverses 458 pieds cubes 1/3 à 1 sh. 6 d. = 34 liv. 7 sh. 6 d.

Bois total, guides et traverses pour 100 fath. de puits : 972 pieds cubes 1/3, coûtant 82 liv. 18 sh. 5 d = 2.073 fr., soit 16 sh. 7 d. 1/3 par fathom.

Les chiffres suivants ne sont donnés que comme simple indication.

	Stray-Park. fr.	Wheal-Buller. fr.
Bois.	11,30. . . .	8,70
Boulons.	0,55. . . .	0,50
Main-d'œuvre.	4,00. . . .	4,00
Prix du mètre pour les deux voies.	15,85. . . .	13,20
Soit par toise de puits.	1 liv. 4 sh. . .	19 sh. 3 1/2 d.

En 1858, on avait posé à la mine de Great Wheal Busy un guidage de 144 toises dans des conditions que je ne saurais préciser. Guides et skips revenaient à 250 liv. = 6.250 francs; ce qui répondrait à environ 1 liv. 12 sh. 6 d. par toise depuits, soit à 22 francs par mètre.

On peut évaluer la dépense totale de guidage pour un puits de 400 mètres (220 fath.) à un chiffre de 6.000 à 9.000 francs selon le système adopté, et sans y comprendre ni boisage ni cloison.

Recettes intérieures pour skips. — Le skip n'étant pas construit de manière à quitter les guides, on se contente à chaque recette intérieure de disposer soit des chaînes, soit des barres de fer à charnières en contre-bas de la recette, d'une hauteur égale à celle du skip.

Celles-ci étant renversées, ou celles-là tendues, le skip vient reposer sur elles et affleurer le niveau où se tient le filler.

Le plus souvent le chargement se fait comme pour les kibbles, à bras pour les minerais en roches et à la pelle pour le menu. Deux fillers sont présents par poste.

Les *fig.* 14 et 15 sont relatives à une recette de Wheal-Buller; la gangue de chlorite et spath fluor, tendre et friable, ne donne guère de gros fragments à l'abatage et permet d'établir une trémie avec trappe A, qui accélère le chargement. Le skip arrivé sur les barres B est coiffé d'un chapeau à charnières C; la trappe est levée et le filler n'a qu'à

diriger l'écoulement des matières dans le vase. Cette disposition, imitée de celle des cheminées ménagées dans les massifs en abatage et terminées aussi par une trappe pour le chargement des wagons, est certainement avantageuse, quand la nature du filon ne la défend pas.

Recette au jour. — Les *fig.* 16 et 17 représentent une recette au jour, tracée d'après le croquis pris au puits Hocking à Wheal-Buller (*) ; l'une est l'élévation latérale, l'autre un demi-plan suivant la gouttière de réception du minerai.

Celle-ci se compose de deux parties, l'une mobile à charnières D, l'autre fixe E, débordant le wagon. Sous les charnières, est une traverse en bois qui rétrécit la bouche du puits et la ramène de 4', largeur dans œuvre à 2' 6" entre la traverse et les guides : la caisse du skip a dans le même sens 2' 2" ; il ne reste donc que 4" = $0^m,10$ pour les ferrures de l'avant et le jeu. Deux barres de fer de 3" (*a*, *a*) s'appuyant extérieurement sur les guides, forment la tête du plan incliné. La gouttière D est en forte tôle ; elle a $0^m,35$ de largeur ; ses rebords s'élèvent à $0^m,22$. Une barre de fer (*bb*) lui est rivée, de $0^m,038$ de côté et dépassant *aa*, sur lesquelles elle vient s'appuyer. C'est sur *bb* que repose le fond du skip à $0^m,15$ de son bord inférieur. La coulisse E a un fond en tôle de 1"/4 et des côtés en bois. Entre le plancher, où se tient l'ouvrier et le plan incliné on mesure $0^m,45$.

La manœuvre peut être décrite en partant de la position de la *fig.* 16. Aussitôt le skip vidé, ce qui ne prend ordinairement qu'un instant, le double crochet *c* est enlevé, la porte rabattue et assujettie. Le lander attend le signal d'en bas ; le skip est alors un peu soulevé ; l'ouvrier se hâte de ramener à lui la gouttière D en tirant sur la cordelette *dd*

(*) Je n'ai conservé dans ces figures que ce qui se rapporte à l'appareil de réception ; j'ai supprimé les charpentes du chevalement, du hangar et celles qui exhaussent la bouche du puits pour l'amener à un niveau supérieur à celui de l'atelier de cassage et triage ; enfin j'ai tracé le plan comme si le puits était à deux voies.

et le mouvement de descente commence. La réception se fait par des manœuvres inverses.

IV. Chaines, cables plats en chanvre, cables ronds en fil de fer.

Les chaînes et câbles ne sauraient être étudiés ici au point de vue de leur fabrication ; il suffira d'indiquer les dimensions, poids et prix des principaux calibres en usage, leur résistance et leur mode d'emploi sur quelques mines.

Dimensions et prix. Chaînes. — C'est encore aux fonderies que les mines s'approvisionnent de chaînes. Hayle et Copperhouse vendent même les fers à chaînes des diamètres inférieurs.

La qualité de beaucoup la plus employée porte la marque : *Knight's extra refined iron*. En voici les prix identiques pour 1855 et 1858.

Diamètre du fer en pouces.	A. Prix de la chaine par cwt.		B. Prix du fer par cwt.		Différence A—B.	
	sh.	d.	sh.	d.	sh.	d.
3/4 11/16	24	»	»	»	»	»
5/8	25	»	18	»	7	»
9/16	26	6	18	6	8	»
1/2	28	»	18	6	9	6
7/16	29	6	19	»	10	6
3/8	32	»	19	6	12	6

En 1857 il y a eu plus-value de 6 d. ponr le fer et de 1 sh. pour la chaîne. La fonderie de Saint-Just vend aussi au même tarif que les chaînes de Knight, celles marquées *Bradley's B^t. B^t. scrap iron* et livre à 5 sh. extra par quintal les chaînes *Knight's B^t. B^t. charcoal iron*. Enfin on trouve encore dans le Cornwall des chaînes faites avec les fers au bois du Staffordshire, à 30 sh. par tonne, soit 1 sh. 6 d. par cwt, au-dessous du cours du précédent tableau.

Dans les mines profondes on emploie les chaînes de 9"/16, celles de 1"/2 et 11"/16 séparément ou combinées, plus rare-

ment celles de 3"/4. Les manéges à chevaux prennent 1"/2 et 7"/16.

Câbles plats. — M. W. Carne, à Falmouth, MM. Harvey, à Hayle, etc., fournissent tous les articles de corderie, chanvre, tresses, étoupes dont les mines ont besoin. Pour l'extraction, les cordes rondes ne sont en usage qu'avec les treuils à bras et à un petit nombre de manéges; les câbles plats sont seuls à considérer.

On sait qu'en Angleterre l'habitude est de réunir quatre câbles ronds, placés alternativement en sens contraire quant à l'enroulement. Une différence fixe de 2 sh. par cwt représente les frais de couture, quelles que soient les dimensions des câbles. Leur prix est loin d'offrir la même stabilité que celui des chaînes et varie avec l'importation de la matière première. Ainsi de 1855, époque de la guerre avec la Russie, à 1858, il s'est abaissé dans le rapport de 2 à 3.

Prix.	1855.	1857.	1858.	1860.	
Du quintal de câble plat en chanvre, goudronné.	62	46	40	40	sh.
Des 100 kilos *dito*. . . .	152,60	113,22	98,45	98,45	fr.

Les dimensions les plus employées sont 5" et 6" de largeur; l'épaisseur du câble neuf est un quart de la largeur; elle diminue quand le câble s'est allongé sous la charge.

Câbles ronds en fil de fer. — Ces câbles ne se fabriquent pas dans le comté et paraissent y avoir été introduits vers 1856 seulement, à la mine de *South-Frances*. On les achète aux manufacturiers de Londres et du Nord, lesquels semblent se faire une assez vive concurrence. M. Henry Morton et compagnie, de Leeds, a déposé au musée de Truro des échantillons de ses cables galvanisés; voici la composition de quelques-uns :

3" 1/2 de circonférence : 6 torons de 6 fils; âmes des torons et âme du câble en corde goudronnée.

3" : 6 torons de 7 fils; âme du câble en corde goudronnée.

2" 3/4, 2" 1/2, 2", 1" 1/2 : 6 torons de 6 fils; âme du câble en corde goudronnée.

Câbles pour signaux de puits, tous composés de 7 fils et marqués par ordre de grosseur : 1, 0, 00, 0000.

Les dimensions les plus usitées sont 3" 1/2, 4" et 4" 1/2 de circonférence; ces câbles s'achètent au même prix, et valaient, en 1858, 40 sh. par cwt, soit 98f,45 les 100 kil. (prix identique à celui du chanvre).

Poids et résistance. — Les poids par toise de ces divers matériaux n'ont rien d'absolu et varient avec le mode de fabrication; il en est de même de leur résistance à la rupture.

Le tableau III, extrait des résultats d'expériences faites par les ordres de l'amirauté, et les tableaux IV, V et VI, tirés des *Records of Mining* (*), différents du précédent, mais employés par les ingénieurs, réunissent les renseignements pratiques dont nous avons besoin.

Chaînes et câbles ronds en fil de fer. Dimensions, poids et résistances.

Tableau III.

CABLES. Circonférence.	CHAINES. Diamètre.	CABLES. Poids par fath. en liv.	CABLES. Poids par mèt. en kil.	CHAINES. Poids par fath. en liv.	CHAINES. Poids par mèt. en kil.	CHARGES de rupture en kil.	CHARGES de rupture en tons angl.
po. mèt.	po. mèt.	lbs. oz.	kil.	lbs.	kil.		
2 =0,0507	» 1/2 =0,0127	3 14	0,954	16	3,967	6.440	6,35
2 1/2=0,0634	» 11/16=0,0174	6 14	1,698	27	6,694	8.684	8,55
2 3/4=0,0697	» 3/4 =0,0189	7 4	1,806	31	7,686	10.359	10,20
3 =0,0762	» 13/16=0,0206	8 8	2,104	36	8,925	12.187	12.00
3 1/2=0,0889	» 29/32=0,0230	11 3	2,772	46	11,406	16.530	15,30
4 =0,1014	» 31/32=0,0246	14 7	3,576	53	13,141	19.602	19,30
4 1/4=0,1067	1 =0.0254	16 7	4,072	58	14,380	21.836	21,50
4 1/2=0,1141	1 1/16=0,0270	18 12	4,644	62	15,372	24.785	24,40

(*) A. Phillips et J. Darlington, Londres 1857.

Tableau IV.

CHAINES.	
Diamètre.	Poids par fath. en liv.
po.	
» 7/16	10 1/2
» 1/2	14
» 9/16	18
» 11/16	27
» 3/4	32
» 13/16	37
1	56
1 1/16	63

Tableau V.

CABLES RONDS EN FIL DE FER.		
Circonférence.	Poids par fath. en liv.	Charge de rupture.
po.		tons.
2	3 1/2	7
2 1/2	5 1/2	11
2 3/4	6 1/2	13
3	7 1/2	15
3 1/2	10	20
4	14	28
4 1/4	15	30
4 5/8	18	36

Le tableau III mérite, je crois, le plus de confiance; cependant le poids des chaînes de 1″/2 y est un peu exagéré; elles atteignent à peine 15 lbs par toise; quant à ceux des câbles en fer, on sait qu'ils varient entre des limites écartées, et il est prudent de prendre un chiffre fort, tandis que le chiffre faible doit être préféré pour la résistance. On n'en peut douter lorsqu'on examine les résultats d'épreuves faites à Liverpool sur les câbles destinés au gréement des navires. On y voit, par exemple, que les produits de quatre fabricants offrent, pour une même dimension, des résistances représentées par les nombres 15,0 — 16,3 — 19,35 — 20,45. La rupture se produit ordinairement aux épissures, pour peu qu'elles n'aient pas été très-soignées. Ce mode de liaison, dans les conditions ordinaires, paraît enlever aux câbles 13 p. 100 de leur résistance : il est cependant bien préférable à celui par anneau tubulaire, dit *Socket-Joint*, qui exige l'application de la chaleur et affaiblit le câble de près de moitié.

Lorsqu'on adopte le tableau V, on prend pour charge de travail les 3/20 = 15 p. 100 de la charge de rupture.

Câbles plats en chanvre goudronnés. Tableau VI.

DIMENSIONS.				POIDS		CHARGE DE RUPTURE	
Largeur.	Épaiss.	Largeur.	Épaiss.	par fath. en liv.	par mèt. en kil.	en kil.	en tons. angl.
po.	po.	mèt.	mèt.				
5	1 1/4	0,127	0,031	24	5,950	22.852	22,50
5 1/2	1 3/8	0,139	0,035	26	6,446	27.422	27,00
6	1 1/2	0,152	0,038	28	6,942	32.500	32,00
7	1 7/8	0,178	0,047	36	8,925	36.463	36,00

Le coefficient de travail indiqué pour les câbles en chanvre n'est que de 1/9 = 11,11 p. 100 de leur charge de rupture.

La pratique des mines a conduit à employer comme équivalents, c'est-à-dire à remplacer les uns par les autres dans les puits, des matériaux dont la résistance est très-dissemblable. Les voici en regard les uns des autres, avec le poids respectif de 100 mètres courants :

Chaînes.			Câbles plats.		Câbles ronds en fer.	
po.	kil.		po.	kil.	po.	kil.
1/2	372	—	5	595	3 1/2	277
9/16	471	—	5 1/2	644		
11/16	669		6	694	4	357
3 4	768				4 1/2	464

A l'aide de ces chiffres et des prix ci-dessus indiqués, on calculera aisément le coût relatif à un puits de profondeur donnée.

Au point de vue économique, il est plus intéressant d'établir tout de suite, en déduisant la revente des vieux matériaux, la dépense totale occasionnée à la mine par la consommation d'une longueur de 100 mètres.

Coût de 100 *mètres consommés. Chaînes.* — J'évalue l'usure à 30 p. 100 du poids neuf.

1° 1"/2 *Dolcoath.*

	fr.
Acheté à 28 sh. par cwt, 100 kil.	68,92
Vendu à 7 sh. par cwt, 70 kil.	12,06
Dépensé par 100 kil.	56,86
100 mètres pesant 372 kil. dépensent.	211,31

2° 1"/2 *Botallack (Knight's B' B' Charcoal iron).*

	fr.
Acheté à 33 sh. par cwt, 100 kil.	81,226
Vendu à 10 sh. par cwt. 70 kil.	17,230
Dépensé par 100 kil.	63,996
100 mètres pesant 372 kil. dépensent.	238,05

3° 9"/16. *Providence-Mine.*

	fr.
Acheté à 26 sh. 6 d. par cwt, 100 kil..	65,23
Vendu.	12,06
	53,17
100 mètres pesant 471 kil. dépensent.	250,43

4° 11"/16. *Dolcoath.*

	fr.
Acheté à 24 sh. par cwt, 100 kil.	59,07
Vendu.	12,06
	47,01
100 mètres pesant 669 kil. dépensent.	254,50

5° 1"/2 et 11"/16 *combinés à Dolcoath.*

On a en place moitié longueur de chaque, mais d'après les durées respectives (voir plus loin), on consomme 75m,1"/2 et 25m,11"/16 pour 100 mèt. dans le puits, en dépensant. . . . . fr. 222,10

Câbles plats. — On revend les vieux câbles pour la fabrication des papiers bruns, moyennant 7 à 8 liv. par tonne, soit 0f,175 à 0f,20 par kil. En tenant compte de l'usure, je pense qu'on peut déduire 5 sh. sur le prix du quintal neuf.

	fr
Acheté câble plat à 40 sh. par cwt, 100 kil. . . .	98,45
Vendu, par cwt neuf, pour 5 sh.	12,30
Dépensé par 100 kilos.	86,15

1° 5". *Drakewalls, Fowey-Consols.*

100 mètres pesant 595 kil. dépensent. . . . . . . fr. 512,60

2° 6". *Carnbrea, Wheal-Buller, Levant.*

100 mètres, pesant 694 kil. dépensent. . . . . . fr. 597,88

Câbles en fer. — J'ai vu sur le carreau des mines de vieux câbles dont on n'avait tiré aucun parti; quelle que soit leur valeur, elle est compensée largement par la dépense de graisse brevetée, nécessaire à leur entretien. Le prix de 100 mètres est:

3"1/2	South-Frances.	fr. 272,70
4"	Camborne-Vean..	351,46
4"1/2	Levant, Great-South-Tolgus. . .	456,80

Mode d'emploi, charge et durée sur quelques mines. — Pour exposer complétement l'emploi de ces divers matériaux, il serait indispensable de décrire avec tous leurs détails les circonstances de l'extraction, c'est-à-dire d'anticiper sur la suite de ce travail. Je me borne actuellement à des indications générales et à quelques exemples particuliers, choisis parmi les exploitations profondes, les seules pour lesquelles la charge et la durée offrent de l'importance; enfin je laisse de côté ce qui, dans les installations de surface, se rattache spécialement à la marche des machines.

Les chaînes s'affaiblissent par deux causes principales: 1° la forte tension et les secousses, 2° le frottement sur la roche.

Cette dernière, jusqu'à un certain point proportionnelle à l'espace parcouru, s'exerce surtout sur la moitié de la chaîne qui tient au kibble; la tension est au contraire dominante au voisinage de la machine. Sur les tambours et plus encore sur les bobines, dont la largeur n'admet que quatre tours de chaînes juxtaposées, les anneaux se froissent avec d'autant plus de dommage que la charge est plus grande et le rayon d'enroulement plus petit; en sorte qu'en

tête l'usure est plutôt intérieure aux anneaux, tandis qu'elle est surtout extérieure vers le bout.

De ces considérations sont tirés divers usages et palliatifs.

Après six mois de service, les chaînes retirées du puits et enroulées en tas, sont recouvertes d'une sorte de fourneau cylindrique et chauffées au rouge. On pense, par là, détruire l'effet des vibrations et la tendance du fer à la cristallinité (North-Roskear).

Lorsque la chaîne, prise d'un même diamètre sur toute sa longueur, a passé dans le puits la moitié du temps auquel on estime sa durée totale, on enlève la moitié inférieure, on la remplace par l'autre, et celle-ci par une moitié neuve (Botallack).

Enfin on compose la chaîne de deux moitiés de diamètres inégaux, et on laisse la grosse chaîne en tête user plusieurs petites au bout (Dolcoath, Stray-Park).

A Botallack le puits principal, ouvert sur un rocher en contre-bas de la falaise, a 205 toises de profondeur; de sa bouche à la machine construite au sommet de l'escarpement, il y a encore 40 toises.

Soit, pour la longueur d'une chaîne 245 toises = 448 mètres, ou 900 mètres pour les deux. L'extraction par kibble y est intermittente, elle porte sur 5.000 tonnes environ par an. On use les deux moitiés inférieures des chaînes; soit 450 mètres, du poids de 1.674 kil. et dépensant 1.071 francs.

La charge maxima supportée par la chaîne est de 2.080 kilos, savoir :

	kil.
Poids de 450 mètres chaîne 1"/2. . .	1.674
Kibble plein.	406
	2.080

Elle atteint les 32 p. 100 de la charge de rupture portée au tableau III. La chaîne sert deux ans.

A Dolcoath en 1855, on a extrait dans deux puits environ

20.000 tonnes d'une profondeur moyenne de 250 toises = 460 mètres ; la profondeur totale peut être prise égale à 274 toises = 500 mètres. On a moitié 1"/2 et moitié 11"/16. Le captain Ch. Thomas m'a donné les nombres suivants :

	liv.	sh.
Acheté 12 t. 16 cwts chaînes 1"/2 et 11"/16 au prix moyen de 26 sh. 6 d. par cwt. . . .	339	4
Vendu vieilles chaînes.	63	10
Dépensé.	275	14

Ils proviennent très-probablement des éléments dont voici le détail :

	po.			liv.	sh.			
Chaîne	1/2	8 ton.	à 28 sh. par cwt. =	224	0	ou	8.125 kil.	à 68f,92 = 5.600f,00
Chaîne	11/16	4 ton. 16 cwts.	à 24 sh. par cwt. =	115	4	—	4.875	à 59f,07 = 2.880f,00
		12 16		339	4	—	13.000	à 65f,23 = 8.480f,00

Si l'on admet pour poids de la toise de chaîne un peu moins de 15 et 27 lbs respectivement, on trouve que ces chiffres correspondent à une consommation de

400 toises = 730 mètres chaîne de 11"/16
1.200 toises = 2.200 mètres chaîne de 1"/2

Supposons que les deux puits se partagent également les chaînes, et n'en considérons qu'un seul. A ce puits, 600 toises de chaînes sont en place, qui se composent de deux bouts de 150 toises 11"/16 en tête et de deux autres bouts de 150 toises de chaîne 1"/2.

Or la grosse chaîne dure dix-huit mois et la petite n'en dure que six ; dans un an on use donc à chaque puits une longueur totale de cette dernière et l'équivalent d'un tiers de longueur en chaîne 11"/16 ; soit 200 toises de celle-ci contre 600 de celle-là ; ces chiffres doublés, on retombe sur la consommation indiquée.

Chaque année on use, en chaîne composée, les 4/3 de la longueur totale, c'est-à-dire que la chaîne sert moyennement neuf mois seulement.

La charge maxima est de 3.287 kil., savoir :

	kil.
500 mètres chaîne composée.	2.600
Kibble plein, grand format.	687
	3.287

Ce qui ne représente pas moins de 37 p. 100 de la charge rupture du calibre de 11/16 (tableau III).

Si l'on admet 7 sh. pour valeur du quintal de chaînes à revendre, on trouve que l'*usure* a été 29,13 (soit 30) p. 100 du poids neuf : les 70,87 revendus ne donnent que 18,72 p. 100 du prix d'achat.

Le frottement de glissement des câbles en chanvre ou en fer contre la roche des puits inclinés est une cause rapide de détérioration ; il devient de toute nécessité de le remplacer par un roulement, aux coudes résultant du changement d'inclinaison. On installe en ces points des cylindres en fonte, fous sur leur axe (*rollers*), au-dessous de la voie quand l'inclinaison va se rapprochant de la verticale, au-dessus quand elle s'en éloigne, et placés de manière à ne pas gêner la circulation du skip. A Botallack (puits Chycornish, câbles plats), ces cylindres ont $20'' = 0^m,508$ de diamètre ; à South-Frances (câble en fer), ils n'ont que $12'' = 0^m,305$. Il est évident qu'il y a avantage pour les câbles à employer des cylindres d'aussi grand diamètre que possible, surtout si l'angle est notable.

C'est ce que l'on observe d'ailleurs dans l'établissement des molettes à la surface. Tandis qu'avec les chaînes on se contente de leur donner un diamètre de $5' = 1^m,524$, on a reconnu opportun d'atteindre $8' = 2^m,438$ pour les câbles en chanvre et jusqu'à 14' pour le fil de fer.

Si la machine le permet, les tambours pour câble en fer reçoivent un diamètre égal à celui des poulies.

On a ainsi :

South-Frances : câble 3"1/2. Poulies { 11' = 3,315 mèt. ; 14' = 4,266 } Tambours 11'.
Camborne-Vean.... 4" } Poulies 14'.... Tambours 14'.
Levant (1858)..... 4"1/2 }

Des trois matériaux, le câble rond en fer est celui qui se prête le moins à la flexion ; plus il est gros, plus les effets en sont destructifs, et l'expérience paraît avoir bien prouvé que lorsqu'on arrive à 4" 1/2, dans un puits coudé, les rouleaux d'angle, d'un diamètre toujours minime en comparaison de celui des poulies, ne sont que de très-insuffisants préservateurs.

La durée des câbles en chanvre dépend de l'atmosphère du puits ; chaude et humide elle est très-défavorable à leur conservation ; on en a un exemple aux United-Mines, où cependant le puits est vertical et où les câbles s'usent vite. Un de leurs avantages est que l'usure se voit, en sorte qu'il est facile d'en remplacer à temps les parties défectueuses.

L'ajouture se fait généralement par tôle rivée et anneaux ; le mode suivi à Drakewalls est représenté *fig.* 18. On achète ordinairement chaque année une certaine longueur de câble neuf ; si l'on prend le rapport du câble total à cette longueur, on en déduit la durée moyenne, chiffre du reste bien variable avec la qualité du produit fabriqué. Une variation analogue s'observe pour les câbles en fer ; tandis que dans le Cornwall la qualité des chaînes de même marque jouit, comme leur prix, d'une assez grande constance.

Aux deux bouts des câbles, pour prévenir tout reploiement lors de l'arrêt, on attache toujours de la chaîne. Le plus souvent on met 3 toises = 5m,50 de chaîne double de 1"/2 (Wheal-Buller) ; quelquefois une chaîne simple de 3"/4. A Drakevalls celle-ci n'a pas moins de 110 mètres de longueur ; mais la distance de la roue hydraulique à la bouche du puits est assez grande pour qu'à l'arrivée du kibble, la chaîne soit sur les poulies portantes, sans avoir à s'enrouler par-dessus le câble. Cette combinaison des deux maté-

riaux est rationnelle, en ce qu'elle conserve l'avantage de la compensation sur les bobines, et livre au frottement dans le puits la substance résistante.

A Levant (1857), le puits a 240 toises = 439 mètres; on travaille un peu plus d'un tiers du temps, pour extraire 10.000 tonnes par an d'un niveau moyen de 200 toises = 365 mètres. On achète annuellement 150 toises de câble plat de 6"; ce qui représente une durée moyenne de trois ans et trois mois (*).

La charge maxima est 4.030 kil., soit les 12 p. 100 de la charge de rupture.

	kil.
440 mètres de câble de 6".	3.053
Skip plein.	977
	4.030

A Fowey-Consols, de l'un des puits atteignant 330 toises ou 600 mètres on extrait 14.000 à 15.000 tonnes par an, d'une profondeur moyenne de 260 toises = 475 mètres. Le puits est vertical, le travail par kibbles y est continu. Le câble a 5" de largeur et dure moyennement dix-huit mois. La charge maxima est de 4.205 kil., soit les 19 p. 100 de la charge de rupture.

	kil.
600 mètres de câble de 5".	3.570
Kibble plein, maximum.	635
	4.205

Aux United-Mines d'un puits vertical et guidé, de profondeur semblable, on extrait 19.000 tonnes à 440 mètres. Le câble de 6", sous une charge maxima de 16 p. 100 de celle de rupture, ne dure qu'un an.

Aux Great Devon-Consols, où l'on emploie des câbles de

(*) Acheté de M. W. Carne, Falmouth, 150 toises câbles de 6" pesant et coûtant: 39 cwts 1 qr. 21 lbs. à 40 sh. par cwt; 78 liv. 17 sh. 6 d.

Poids de la toise, 29,4 lbs, contre 28 lbs portées au tableau VI.

6" 1/2, la durée varie selon la qualité de vingt-quatre mois à huit mois seulement; elle atteint en moyenne vingt mois.

Jusqu'ici on n'a pas, que je sache, introduit les câbles plats composés de parties décroissantes.

A Levant 1858, on faisait l'essai du câble en fer; l'extrémité de 3" 1/2 avait été bientôt hors d'usage et le câble avait partout 4" 1/2 (*). Dans les conditions ci-dessus résumées la charge maxima n'est que de 12 p. 100 de celle de rupture.

	kil.
440 mètres de câble en fer 4"1/2. . . .	2.042
Skip plein.	977
	3.019

Le câble avait fonctionné quinze mois et l'on comptait l'enlever trois mois plus tard. Depuis on a repris à cette mine le câble en chanvre, plus économique dans un puits quatre fois coudé, et réduisant beaucoup la consommation de houille.

A Camborne-Vean (**), le puits est vertical sur 30 toises, ensuite incliné de 15" par fathom sur 160, vertical de nouveau sur 10; enfin de là jusqu'au fond (275 toises = 500 mètres) il penche en sens contraire à raison de 5" à 6" par fathom. Le câble de 4" travaillant sous une charge maxima de 14,2 p. 100 durera, comme celui de Levant, dix-huit mois seulement.

A South-Frances on extrait dans deux puits conjugués; Mariott's shaft est vertical sur 30 toises, ensuite incliné de 18" par fathom jusqu'au fond actuel (1862), soit 176 toises = 322 mètres; Pascoe's shaft est vertical sur 54 toises, incliné de 2' par fathom sur 6 toises; de nouveau vertical

---

(*) Acheté de Morton et Ce, de Leeds, à 40 sh. par cwt.

60 toises câble 3"1/2 pesant 6 cwts 1 qr. 21 lbs, soit par toise, 12,01 lbs.
280 — 4"1/2 — 45 1 12 — 18,14

(**) Les renseignements relatifs à Camborne-Vean et South-Frances sont extraits de mémoires lus par M. Twite à l'association des mineurs.

jusqu'à la galerie 84 toises, enfin de là au fond (116 toises =213 mètres) incliné de 2' par fathom. L'extraction pour octobre 1861 aurait porté sur 1.100 tonnes d'un niveau moyen de 126 toises = 230 mètres. Au puits le plus profond le câble aurait pour charge maxima 14 p. 100 de la charge de rupture, savoir :

	kil.
320 mètres câble en fer de 3"1/2.	886
Skip plein (charge indiquée de 17 cwts). . .	1.300
	2.186

Le câble du puits Pascoe était en service depuis trois ans et paraissait encore en bon état.

L'exemple de South-Frances a un intérêt spécial, parce qu'on se plaît dans le Cornwall à indiquer le mode d'extraction de cette mine comme un des meilleurs du pays; c'est là qu'on a commencé à employer le câble en fer, et ce premier essai a été heureux. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'une profondeur de 300 mètres ne peut, en pareille matière, rien préjuger pour celles de 450, 500 et 600.

Les détails précédents, bien qu'incomplets, peuvent se résumer utilement en quelques chiffres et appréciations relatifs aux grandes profondeurs.

Sous le rapport des charges, on impose un effort qui, pour les chaînes, dépasse 33 p. 100 ou le tiers de la charge de rupture, pour le chanvre va de 12 à 19 p. 100, contre un coefficient de travail indiqué de 1/9 = 11,11 p. 100, enfin, pour le câble en fil de fer, paraît être resté inférieur à 15 p. 100 coefficient admis, ou l'avoir à peine atteint.

Les partisans des chaînes devront bon gré mal gré les abandonner quand ils arriveront à 600 mètres et au delà; entraînés pour soutenir la production des puits à accroître la charge des vases, ils sont poussés à prendre des chaînes de plus en plus pesantes et indépendamment des inconvénients d'un énorme poids mal balancé, les ruptures fréquentes prouveront au besoin que l'on ne peut rationnellement pas travailler sous un tel effort.

Quant aux câbles en fer, on a jugé prudent de rester en deçà du coefficient; c'est ainsi que dans les mines profondes on a pris tout de suite 4" 1/2 dimension équivalente à la rupture (tableau III) à une grosse chaîne de 1" 1/16. Cette exagération provenait certainement d'une préoccupation de durée du câble. A-t-elle été justifiée par l'expérience? je ne le pense pas.

Laissons de côté l'économie à la machine, et comparons les trois matériaux sous le rapport de la dépense absolue qu'entraîne leur consommation. J'admets qu'un travail continu d'une année use une chaîne complète au prix de 250 francs les 100 mètres; si nous supposons une activité égale, nous trouvons, d'après les chiffres donnés plus haut, que la dépense serait équivalente si

			mois.
Le câble plat de. . .	5"	durait	24
	6"	. . . .	29
Le câble rond en fer de	3" 1/2	. . . .	13
	4"	. . . . . .	17
	4" 1/2	. . . .	23

En se reportant aux précédents exemples et tenant compte du poids extrait et du niveau moyen, on verra que presque partout les câbles en chanvre (au prix de 40 sh. par cwt) ont été moins *coûteux* que les chaînes; que le câble en fer de 3" 1/2 à South-Frances paraît seul dans des conditions de supériorité manifeste, mais que celui de 4" 1/2 à Levant serait moins économique que les chaînes.

La dépense en chaîne ou câble entre pour une fraction importante dans les frais totaux d'extraction, mais lorsqu'on doit choisir entre ces matériaux, il faut embrasser des considérations complexes dans lesquelles leur dépense propre ne joue qu'un rôle restreint. Cependant il est utile de le dégager ici en affirmant que, dans les puits (dont l'état n'est pas par trop défavorable) verticaux non guidés ou guidés, et dans ceux coudés et guidés, la dépense des câbles en chanvre

sera égale à celle des chaînes si ce n'est inférieure; que les câbles ronds en fer, qui dans des puits profonds mais peu irréguliers, ou irréguliers mais peu profonds, sont employés avantageusement sous un diamètre modéré, deviennent dispendieux lorsque par suite de la profondeur et des coudes réunis, on croit devoir en exagérer la grosseur.

V. Machines d'extraction. Winding-Engines.

Parmi les moteurs appliqués à l'extraction, je ne m'occuperai ici que du plus important, la machine à vapeur. Laissant de côté tout détail de construction, je signalerai ses types principaux dans le Cornwall; leur puissance et leur prix et plus loin leur consommation et leur rendement.

Types. — La machine verticale, à double effet et à condensation, est le type généralement adopté; dans l'ouest et le centre du comté, les machines horizontales sont l'exception, mais on en rencontre un certain nombre à l'est et dans le Devonshire, à partir de Saint Austell jusqu'à Tavistock. Dans ce dernier groupe rentrent ordinairement les machines à deux cylindres, pour détente, de M. l'ingénieur Sims, dites *Sims' Combined* (*).

Le premier but des constructeurs est l'économie du combustible; de là un prix plus élevé et peut-être un peu de lourdeur aux yeux des étrangers accoutumés aux machines des houillères.

L'agencement extérieur comprend des tambours ou des bobines; l'axe en est horizontal ou vertical.

Lors de l'introduction de la vapeur, on a pris pour modèle les baritels à chevaux (*horse-whims*); aussi les anciens *steam-whims* ont-ils l'axe vertical, portant un tam-

(*) J'ai donné, *Annales des mines*, 5e série, tome XIV, l'exposé du principe de ces machines et quelques détails sur les machines rotatives pour bocards.

bour vers le haut et se reliant vers le bas à l'arbre moteur par engrenages coniques. Cette disposition, conservée sur beaucoup de mines, répond à l'emploi alternatif d'une même machine pour divers puits foncés autour d'elle. Au tambour on peut du reste substituer les bobines (*Cages*).

Aujourd'hui l'axe horizontal se répand de plus en plus; on ne garde le tambour que pour l'usage des câbles en fer; les bobines sont commandées quelquefois directement, mais le plus souvent par engrenage plan, réduisant la vitesse de rotation. Dans beaucoup de mines, l'exploitation se concentre sur un filon principal, et l'on place alors le plan des bobines sur l'alignement de deux, ou même de trois puits, s'il est possible. Chaque puits ne reçoit qu'un vase et l'on travaille en les conjuguant deux à deux, selon les besoins. Un puits profond et productif absorbe, du reste, les efforts continus d'une machine, quelle que soit la disposition adoptée. L'introduction des skips a conduit à un usage déplorable : sous le prétexte de la largeur insuffisante des anciens puits, on a parfois établi une voie unique, et sans se préoccuper de chercher une ouverture conjuguée, on a extrait avec un seul skip en se privant du contre-poids naturel du second vase et des chaînes ou câbles. La faute est si énorme qu'il suffit de l'indiquer; mais, à ce propos, il est bon d'observer que le travail par puits conjugués participe presque toujours de ce défaut de compensation. Tandis que sur les houillères deux puits semblables sont de même profondeur, et peuvent être assimilés à deux compartiments d'une même ouverture, il est rare dans une mine métallique qu'un même niveau fournisse, à un moment donné, un poids égal de matières à extraire de chaque puits. On est donc conduit à travailler simultanément à deux niveaux différents, c'est-à-dire à lâcher au moins profond un excédant de chaîne et à l'en relever en pure perte. Un inconvénient général de ce système est l'accroissement ou le mauvais emploi du personnel aux recettes.

Dimensions principales. Force en chevaux (*). — Les machines rotatives fonctionnant dans le Cornwall sous une même pression de 35 lbs par pouce quarré dans la chaudière (2 atm. 1/3), on se contente pour spécifier leur force de donner en pouces le diamètre du piston. D'après les circonstances de leur marche, on a formulé des règles pratiques qui servent à évaluer leur force nominale.

Pour les machines à double effet, on admet une vitesse du piston de 250' par minute, soit $1^{m},1033$ par seconde, et une pression moyenne de 10 lbs par pouce quarré de la surface du piston; soit $0^{k},702774$ par centimètre quarré.

La force en chevaux F se déduit du diamètre *d* du cylindre par l'égalité

$$F = \frac{\frac{\pi d^2}{4} \times 10 \times 250}{33000}.$$

Elle fournit le tableau suivant, qui embrasse les dimensions aujourd'hui en usage: le signe + indique celles que l'on rencontre ordinairement.

Diam. du piston. mèt.	Force en chev.	Diamètre. mèt.	Chevaux.
18" = 0,457	19+	23" = 0,584	31
19" = 0.482	21	24" = 0,610	34+
20" = 0,508	24+	25" = 0.635	37
21" = 0,533	26	26" = 0,660	40+
22" = 0,558	29+	30" = 0,762	54
		32" = 0,813	61

On admet pour les machines à simple effet, d'un diamètre

(*) L'usage ancien de publier un compte rendu mensuel du travail des machines, usage qui certainement a contribué à leur perfectionnement, semble tomber en désuétude. Le *Reporter* le plus accrédité, celui de M. Th. Lean, ne comprend que des pompes et quelques bocards. M. W. Browne de Saint-Austell donne, outre des pompes, une vingtaine de machines rotatives, tant bocards que whims. Les colonnes de son tableau sont loin d'être entièrement remplies, et le *Duty*, qu'il en déduit pour quelques-unes, me paraît entaché d'une forte exagération; ainsi qu'il sera aisé de le faire

inférieur à 30", une vitesse de 220 pieds et une pression moyenne de 18 lbs; enfin les machines combinées Sims ont la vitesse de 250', mais on n'est pas tombé d'accord sur la pression qu'il convient de leur attribuer. M. W. Browne l'estime à 7 1/2 lbs par pouce sur chacun des deux pistons, et l'inventeur prend 10 lbs sur la surface du plus grand; ce qui revient presque au même.

Le tableau VII donne une idée suffisante des moteurs de quelques mines; il se rapporte à 1857.

---

ressortir ultérieurement. Je lui emprunte la liste d'un certain nombre de machines et les règles pratiques adoptées dans le pays pour évaluer leur force en chevaux. Le cheval-vapeur anglais lève à un pied par minute 33.000 livres avoir-du-poids, ce qui correspond à environ 76 kilogrammètres par seconde.

Machines d'extraction. (TABLEAU VII.)

MINES.	NOM de la machine.	TYPE.	FORCE en chevaux.	DIAMÈTRE du piston.	COURSE du piston.	DIAMÈTRE du volant.	POIDS de la chaudière.	NOMS de l'ingénieur.	NOMS des constructeurs.	DATES.
				po. m.	pi. po. m.	pi. m.	t.			
Tincroft	Martin's	vert. double effet	20	18 1/8 = 0,460	5 » = 1,524	13 = 3,96	7	Michell.	Perran F. C°.	1825
	Sump	vert. simple effet	27	24 = 0,610	5 » = 1,524	13 = 3,96	7	J. West.	Harvey et C°.	1832
	North	vert. double effet	24	20 = 0,508	5 » = 1,524	16 = 4,87	7	J. West.	Perran F. C°.	1835
Fowey-Consols	Ray's	vert. double effet	19	18 = 0,457	4 » = 1,219	12 = 3,65	7	W. West.	Harvey et C°.	1833
	Pown's	*Id.*	29	22 = 0,558	5 » = 1,524	15 = 4,57	7	W. West.	Harvey et C°.	1841
	Davis's	*Id.*	29	22 = 0,558	5 » = 1,524	15 = 4,57	7	W. West.	Harvey et C°.	1840
	Trathen's	*Id.*	24	20 = 0,508	4 » = 1,219	12 = 3,65	7	Inconnu.	Inconnus.	»
Par Consols	Edgecomb's	vert. simple effet	27	24 = 0,610	6 » = 1,829	13 = 3,96	8	W. West.	Harvey et C°.	1844
	Meredith's	vert. double effet	34	24 = 0,610	6 » = 1,829	15 = 4,57	7	W. West.	Harvey et C°.	1843
	Carthew's	Sim's combined	33	13 = 0,329 24 = 0,610	4 6 = 1,371	14 = 4,26	7	W. West.	Harvey et C°.	1848
Great-Polgooth	West's Hodge's Bell's	machines semblables, verticales à double effet	29	22 = 0,558	5 » = 1,524	14 = 4,26	7	W. West.	Hodge.	1847 1847 1849
Trelawny	....	Sim's comb. horizontale	34	14 = 0,355 24 = 0,610	5 » = 1,524	16 = 4,87	7	W. West.	West et sons.	1848
Devon great-Consols	Josiah	Sim's combined	52	16 = 0,406 30 = 0,762	5 » = 1,524	14 = 4,26	8	W. West.	Perran F. C°.	1845
	Anna-Maria	hor. double effet	34	24 = 0,610	6 » = 1,829	18 = 4,87	9	Matthews.	Nicholl, Williams	1851

L'ordre chronologique est à peu près suivi dans ce tableau ; la machine la plus récente y date de 1851, et depuis lors on a quelque peu varié sur les dimensions du cylindre ; mais comme les mines les plus développées, celles ou l'extraction a de l'importance, sont en général ouvertes et outillées depuis plusieurs années, les moteurs que l'on y rencontre sont assez bien représentés par les exemples ci-dessus.

On peut déjà y remarquer deux tendances qui n'ont fait que s'accroître :

1° Augmentation de la puissance ;

2° Allongement de la course.

On construisait autrefois beaucoup de machines de 18″ et 20″ et de 4′ de course ; récemment on en compte un assez grand nombre de 24″ et 26″ avec une course de 6′ et l'on est allé jusqu'à 32″ et 9′ (*) ; en d'autres termes, on est passé de 19 et 24 chevaux à 34 et 40 et même 61. Cette disposition assez générale des esprits se relie à plusieurs faits ; on a été frappé de l'insuffisance fâcheuse des machines anciennes sur quelques mines enrichies dans la profondeur, tandis que l'emploi des skips, vases plus lourds et à volonté plus rapides que les kibbles, entraînait à proportionner le moteur à sa nouvelle tâche. Reste à savoir s'il l'a toujours été aux véritables besoins. Lorsque ceux-ci ne peuvent pas être présumés avec une certaine justesse, la vraie prudence n'est point d'établir une machine, que sa puissance expose à chômer souvent.

On estimait, il y a quelques années, que 22″ de diamètre et 5′ de course représentaient la moyenne des machines du Cornwall ; je crois qu'en 1858 on pouvait porter ces chiffres à 24″ et 6′. Sur les mines de cuivre et de plomb, les cylin-

(*) A Great-South Tolgus, près Redruth, une machine de 32″ et 9′ extrait par un seul skip, chargeant 17 à 18 cwts, et avec un câble en fil de fer de 4″1/2 ; le tambour a 12′ de diamètre et est animé de la même vitesse que l'arbre moteur.

dres broyeurs de grand diamètre sont avantageusement conduits par un moteur de 24″ ou de 26″, et dans beaucoup de cas il a été opportun d'accoler les broyeurs aux whims, avec service alternatif (*).

On peut chercher dans l'allongement du cylindre des avantages de plusieurs genres ; l'accroissement d'effet de la détente, la suppression des engrenages aux tambours ou bobines; mais ce n'est point là ce qui a préoccupé les ingénieurs, car le rôle de la détente est très-limité et les machines à commandement direct sont rares. Le but pratique qu'il atteint, c'est de faciliter la mise en marche en gardant une vitesse convenable dans le puits, par la possibilité de donner à la manivelle un plus grand rayon. En effet, dans une machine à balancier, le rayon n'est pas nécessairement égal à la moitié de la course, puisqu'on peut avoir des bras inégaux; mais il ne faut pas abuser de cette latitude, et, pour disposer d'un rayon de 3′ à 3′6″ (**), il est bon que la course soit de 6′ à 7′ pieds.

Avec les bobines, le coefficient de réduction de la vitesse, au moyen des engrenages plans, est souvent de 2/3 ou 1/2 ; il descend parfois à 1/3 pour les grands tambours de 14′ des câbles en fer.

Un calcul simple permet de déterminer ce que sera au départ la pression par pouce quarré du piston, en négligeant les frottements et supposant la manivelle à 90° des points morts.

A Levant, la machine a 24″ de diamètre, ou une surface

(*) Sur un grand nombre de puits, la machine d'extraction peut être embrayée avec un treuil très-solidement construit, et constitue de la sorte un *steam capstan* qui remplace avec avantage le cabestan à bras ou à chevaux pour la manœuvre des lourdes pièces de l'épuisement. Cet emploi prouverait au besoin la précision et la facilité de la conduite des machines.

(**) Le captain Tonkin conseille de ne pas descendre au-dessous d'un rayon de 3′6″.

de piston de 452″ q. et une course de 4′ seulement ; je prends le rayon de la manivelle égal à 2′ ; le tambour a 14′ de diamètre, les engrenages sont au tiers. Le poids de 440 mètres de câble 4″ 1/2, accru de la charge du skip est 2.615 kil., ou environ 2 1/2 t. = 5.600 lbs.

$$5.600 \times \frac{7}{2} \times \frac{1}{3} = 6.531 \text{ lbs},$$

dont le quotient par 452 est 14,4 lbs ; pression par pouce quarré déjà suffisamment élevée.

Faisons l'hypothèse d'une machine de 24″ et 6′ ; rayon de la manivelle 3′ ; diamètre du tambour 12′ ; pas d'engrenage ; profondeur 500 mètres ; câble en fer de 4″ 1/2 ; enfin charge du skip, 600 kil.

La charge au départ est environ 2 ,9 = 6.496 lbs.

$$6.496 \times \frac{6}{3} \times \frac{1}{452} = 28 \text{ lbs}.$$

Cette pression de 28 lbs au départ, calculée sans tenir compte des pertes ni des frottements, ne serait pas obtenue avec de la vapeur à 35 lbs dans la chaudière. En d'autres termes, la mise en marche serait impossible. Admettant un instant qu'elle le fût, ce serait au grand détriment des organes de la machine.

Si, toutes circonstances égales, nous remplaçons le câble en fer par un câble en chanvre de 6″, avec noyau initial de 2′6″ de diamètre, la charge à soulever s'élève à 4 tonnes, en négligeant l'effet du bras de levier de la bobine pleine. Mais la pression sur le piston n'est plus que de 8 1/4 lbs, le départ est facile, et cependant, eu égard à l'épaisseur des câbles anglais, la vitesse moyenne dans le puits sera presque égale à celle imprimée avec le câble en fil de fer.

Ces exemples font ressortir incidentellement un des grands avantages de l'emploi des câbles plats, et, indépendamment de la compensation des poids morts, justifient déjà l'économie de combustible qu'ils entraînent. Les tambours co-

niques pour câble rond en fer n'étant pas encore usités dans le Cornwall, on comprend que dans la plupart des cas ce câble amène à exagérer la pression de la vapeur et à fatiguer outre mesure la machine.

Je reviens à l'allongement du cylindre. J'ai réuni dans un tableau les dimensions de machines existantes, tant celles énumérées plus haut que d'autres venues à ma connaissance.

Diamètre.	Courses.	Rapport de la course au diamètre.
18″.	4′.	2,66
20″.	3′8″—4′—5′—6′. . .	2,20 — 2,40 — 3,00 — 3,70
22″.	6′—5′.	2,72 — 3,37
24″.	5′—6′—8′—9′. . . .	2,50 — 3,00 — 4,00 — 4,50
26″.	6′.	2,77
32″.	9′.	3,37

De 2,50, le rapport de la course au diamètre s'est élevé à 3 et 3,50 pour dépasser 4 dans quelques machines.

On conclura de ces variations que les ingénieurs ne se préoccupent pas de sa valeur propre, mais déterminent le diamètre en vue de la puissance, et choisissent ensuite la course d'après les convenances, ou plutôt suivant leur opinion personnelle.

Lorsque dans ces machines verticales on exagère la course, c'est-à-dire, selon moi, que l'on donne au rapport une valeur supérieure à 3,50, on s'expose, en appliquant aux pièces les formules ordinaires de calcul, à les rendre trop grêles et à avoir des vibrations considérables, destructives de la stabilité d'abord et de l'appareil lui-même au bout de quelque temps.

Les ingénieurs qui ont voulu atteindre les longues courses de 8′ et 9′ ont cru devoir supprimer le parallélogramme de Watt et lui substituer des guides fixes, verticaux, établis au-dessous de la tige du piston; celle-ci est terminée par une barre en T; des bras du T partent deux tiges, assez écartées pour comprendre les deux plateaux du balancier,

et se rattachant aux glissières ; une bielle transmet le mouvement de celles-ci à l'extrémité du balancier. (*Great Wheal Vor* 1855. — *West Wheal Seton*, machine des cylindres broyeurs.)

On arrive ainsi à un composé hybride du cylindre vertical et des guides des machines horizontales, lequel semble exprimer la répulsion plus instinctive que raisonnée de quelques ingénieurs du Cornwall pour ce dernier type. Cependant si l'on tient aux longues courses, l'horizontalité est seule capable d'en atténuer les inconvénients.

En résumé, dans la plupart des circonstances, une machine de 34 chevaux, soit 24″ de diamètre et 6′ à 7′ course, sera parfaitement suffisante ; on pourra donner à la manivelle le rayon de 3′ 6″ et assurer l'aisance de la mise en marche.

Prix des machines. — En 1858 MM. Harvey et C°, de Hayle-Foundry, se chargeaient de fournir les machines d'extraction complètes avec bobines, chaudières et pièces accessoires du foyer aux prix suivants :

						liv.		fr.
			tons (*).					
Machine de	18″	chaudière	9	—	Prix :	550	=	13.750
—	20″	—	9	—		640	=	16.000
—	24″	—	10	—		770	=	19.250

Ces prix n'ont d'ailleurs rien d'absolu, car la concurrence entre les divers constructeurs est très-active. En voici un exemple :

Une machine de 25″, sur dessins, proposée au rabais à cinq d'entre eux, a donné lieu à des soumissions de 490, 515, 535, 555 et 575 liv. Soit un écart de 2.125 francs (= 14.375 fr. — 12.250 fr.), entre les propositions extrêmes ; c'est-à-dire d'un sixième.

La valeur du fer, et notamment de la tôle pour chaudières, introduit aussi ses variations dans celle des machines.

(*) Ces chaudières sont plus grandes que celles correspondant au même diamètre du piston sur le tableau VII ; on a reconnu l'utilité de cet accroissement.

Les fonderies vendaient séparément le quintal de chaudière; 20 sh. en 1855, 21 sh. en 1857 et 19 sh. en 1858; soit en moyenne 500 francs les 1.000 kil., ou 5.000 pour une chaudière de la force de 34 chevaux (*).

Au prix d'achat les mines ont à joindre la dépense des bâtiments et de la mise en place, éléments variables, mais qui portent approximativement le revient d'une bonne machine neuve à 1.000 liv. = 25.000 francs. Bien entretenues, ces machines ont une longue durée ; aussi trouve-t-on fréquemment dans le Cornwall à acquérir à bon compte des machines de seconde main dans les ventes aux enchères du matériel des mines abandonnées (**).

Les machines neuves abondent principalement sur les vastes et anciennes exploitations, reprises récemment à grands frais, et dans lesquelles un constructeur a eu le soin de prendre un intérêt.

On estime l'amortissement annuel d'une machine à 50 liv. = 1.250 francs, soit 25.000 francs en vingt ans.

CHAPITRE II.

§ 1. *Dépenses. Tableaux annuels pour plusieurs mines.*

Après avoir décrit les principaux appareils actuellement employés à l'extraction, il est à propos d'aborder immédiatement l'examen des dépenses faites par les diverses méthodes.

Je développerai à cet effet les exemples suivants :

Dolcoath. — Kibbles et chaînes ; puits inclinés et coudés ;

(*) Si l'on ajoute à la soumission maxima (14.375 fr.) le prix d'une chaudière de 10 tons et ses accessoires, on aura environ 20.000 francs, ce qui rentre dans le tarif de Hayle pour 1858.

(**) Le commissaire-priseur (Auctioneer) ne perçoit qu'une taxe de 1/2 pour 100 sur la vente des machines.

United-Mines. — Skips et câbles plats ; puits vertical ;

Levant. — Skips ; câble plat, câble en fer ; puits coudé ;

Carnbrea. — Kibbles et chaînes ; skips et câbles plats ; ensemble d'une grande exploitation par plusieurs puits coudés.

Des tableaux portant sur des périodes d'une année nous fourniront les éléments économiques indispensables à la discussion des procédés.

Nous aidant ensuite d'exemples sommaires, il sera possible de traiter de la consommation et de l'effet utile des machines, de la dépense en main-d'œuvre, d'essayer enfin de faire ressortir les mérites et inconvénients des diverses méthodes en usage.

J'ai conservé scrupuleusement dans ces tableaux les prix de matériaux et main-d'œuvre indiqués ; on y remarquera suivant les mines et les époques des différences sensibles, qu'il suffit de signaler à l'attention.

I. *Mine de Dolcoath.*

Le captain Ch. Thomas, directeur de Dolcoath, m'a communiqué le relevé comparatif de l'extraction pour 1855 deux puits de cette mine et au puits guidé des United.

En 1855, 20.166 tonnes ont été extraites par deux puits d'une profondeur moyenne de 250 fathoms = $457^m,19$ (soit 460 mètres). Les puits sont verticaux sur leur premier tiers, soit 150 mètres, ensuite inclinés de 1' à 2' 6" par toise ; soit pour 1 de hauteur, de 1/6 à 5/12 de base vers le fond. Les kibbles pèsent 3 cwts et en chargent près de 7 ; on emploie les chaînes combinées 11/16" et 1/2" (*). On a dépensé :

(*) Le compte détaillé des kibbles et des chaînes est donné au § 3, chap. Ier.

AUX PUITS : 20.401 fr. 25 c.

	lib.	sh.		fr.
Chaînes, 12 tons. 16 cwts. . . .	275	14	. . 13.000 kil.	6.892,50
Kibbles, 7 tons. 15 cwts. . . .	180	7	. . 7.871 kil.	4.508,75
Réparations et entretien des puits. — Boisage.	360	0	. . . .	9.000,00

AUX MACHINES : 17.960 fr.

	lib.	sh.		fr.
Houille, 547 tonnes.	464	0	. . 547 ton. à 21f,023.	11.600,00
Suif, huile, chanvre.	27	12	. . . .	690,00
Mécaniciens.	226	16	. . . .	5.670,00

AUX RECETTES : 10.000 fr.

	lib.	sh.		fr.
Chargement et déchargement, 12 ouvriers : 6 par puits.. .	400	0	. . . .	10.000,0
Dépense totale. . . .	1.934	9	. . . .	48.361,25

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de :

1 sh. 11 d. pour 250 fathoms = 2f,39815 pour 460 mètres.

Le tableau VIII, montre comment ils se répartissent pour la tonne élevée de 460 mètres, ou de 100 mètres ; enfin leur rapport à une dépense totale égale à 100.

TABLEAU VIII.

DOLCOATH. Nature des dépenses.		CALCUL DES DÉPENSES RAPPORTÉES A					
		une tonne parcourant				un total = 100.	
		460 mètres.		100 mètres.			
		Détails.	Totaux partiels.	Détails.	Totaux partiels.	Détails.	Totaux partiels.
		fr.	fr.	fr.	fr.		
Aux puits.	Chaînes.	0,3418	1,0117	0,0743	0,2199	14,2	42,2
	Kibbles.	0,2236		0,0486		9,3	
	Réparations des puits. . .	0,4463		0,0970		18,7	
Aux machines	Houille.	0,5752	0,8905	0,1251	0,1936	24,0	37,2
	Suif, ch., etc. .	0,0342		0,0074		1,4	
	Mécaniciens. .	0.2811		0,0611		11,8	
Aux recettes.		0,4959	0,4959	0.1077	0,1077	20,6	20,6
Totaux. . . .		2,3981	2,3981	0,5212	0,5212	100,0	100,0

Depuis 1855, les frais d'extraction ont été progressivement abaissés à Dolcoath.

En 1858, il résulte de renseignements verbaux qu'ils étaient encore de 1 sh. 10 d. = 2f,30 pour un même niveau moyen de 250 toises; on espérait les réduire à 1 sh. 9 d. par l'emploi des grands kibbles de 10 cwts. En 1860 pour une profondeur de 260 toises, en se servant des chaînes combinées de 3/4" et 1" on est descendu à 1 sh. 6 d. 1/2 = 1f,925.

Pendant cette même année la dépense au nouveau Whim, érigé dans le courant de 1859, a été reduite à 1 sh. 3 d. = 1f,56. Enfin en 1861 on a extrait du niveau moyen de 260 toises = 475m,47 un poids de minerai évalué à 43.200 tonnes; l'extraction par mois, de 3.600 tonnes, a coûté 180 liv. = 4.500 francs; la main-d'œuvre aux recettes non comprise. Si nous estimons cette dernière au chiffre assez large de 4 3/4 d. = 0f,50 par tonne, les frais spéciaux par tonne extraite n'atteindront que la somme de 1f,75.

II. *United-Mines.*

En 1855, il a été extrait par un seul puits vertical et guidé et d'une profondeur moyenne de 240 fathoms = 438,96 mètres, soit 440 mètres, un poids de minerai de cuivre et roches calculé à 19.200 tonnes, d'après une évaluation de 1.600 tonnes par mois.

On a dépensé :

	liv.	fr.
AU PUITS : 15.425 fr.		
Câble plat en chanvre goudronné	423	10.575
Skips, entretien, réparations	50	1.250
Réparations au guidage	144	3.600
A LA MACHINE : 13.500 fr.		
Houille, 420 tonnes à 16 sh.	336 à 20 fr.	8.400
Graisse, huile, suif, etc.	96	2.400
Mécaniciens, 3 hommes à 3 liv. par mois	108	2.700
AUX RECETTES : 8.400 fr.		
Chargement	216	5.400
Déchargement	120	3.000
Dépense totale	1.493	37.325

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de 1 sh. 7 d. pour 240 fathoms = 1f,94401 pour 440 mètres.

TABLEAU IX.

UNITED MINES. Nature des dépenses.		CALCUL DES DÉPENSES RAPPORTÉES A une tonne parcourant 440 mètres.		une tonne parcourant 100 mètres.		un total = 100.	
		Détails.	Totaux partiels	Détails.	Totaux partiels.	Détails.	Totaux partiels.
		fr.	fr.	fr.	fr.		
Au puits.	Câble plat. . .	0,5509	0,8034	0,1252	0,1826	28,4	41,4
	Skips.	0,0651		0,0148		3,3	
	Guidage. Entretien. . . .	0,1875		0,0426		9,7	
A la machine.	Houille.	0,4375	0,7031	0,0994	0,1598	22,6	[illegible]
	Graisse, etc. .	0,1250		0,0284		6,4	
	Mécaniciens. .	0,1406		0,0320		7,2	
Aux recettes.	Chargement. .	0,2812	0,4375	0,0639	0,0994	22,4	22,4
	Déchargement.	0,1562		0,0355			
Totaux. . . .		1,9440	1,9440	0,4418	0,4418	100,0	100,0

La dépense en câble plat est très-élevée; en 1855 les United-Mines ont acheté pour une somme de 700 liv. = 17.500 francs de cet article, et sur ce chiffre on a attribué 423 liv. au puits en question; ce qui correspondrait environ à 7 tonnes de câble, au prix de 60 liv. 10 sh. par tonne, et à peu près à 1.000 mètres de câble de 6", usés en un an.

Si l'on prend pour valeur du câble en chanvre, le prix plus récent de 40 liv., soit les deux tiers du précédent, on réduit les frais de la manière suivante:

	Pour l'année. fr.	Par tonne extraite. fr.
Câble usé.	7.050.	0,3664
Dépense totale. . .	33.800.	1,7008

On voit qu'au prix de 40 liv. par tonne, le câble est à peu près aussi économique que les chaînes, malgré de fâcheuses conditions atmosphériques. En outre, le captain Tonkin a

avancé que dans ces derniers temps la dépense par tonne aux United était de 1 sh. 5 d. = 1f,77 ; en sorte qu'en supposant tous les autres éléments restés fixes, la diminution du prix du chanvre suffirait à expliquer la légère réduction des frais, puisqu'elle donne 1f,76 comme résultat modifié du tableau IX. D'où il ressortirait aussi que les perfectionnements ont été presque nuls à cette mine depuis 1855, tandis qu'à Dolcoath, en améliorant le vieux procédé des kibbles, on arriverait aujourd'hui, malgré la multiplication des puits, à lutter avantageusement au point de vue de l'économie.

Les comparaisons sont aisées à établir entre les tableaux VIII et IX ; je signalerai seulement la presque identité des dépenses pour 100, aux trois divisions du travail, puits, machines et recettes et la meilleure utilisation de la houille, par l'emploi des câbles plats aux United.

III. *Mine de Levant.*

Lors de mon séjour en 1858, on achevait à Levant de constater l'insuccès des câbles ronds en fer et depuis on est revenu aux câbles plats en chanvre. J'avais, avec l'aide des agents, relevé un certain nombre de chiffres portant sur l'extraction, mais M. l'ingénieur Hocking, ayant donné tout récemment (1862) d'assez grands détails numériques relatifs à cette mine, j'ai cru préférable d'adopter ses renseignements, en y joignant une partie de ceux que j'ai recueillis.

Les deux exemples qui précèdent ont trait à un travail continu ; Levant, malgré l'importance de son exploitation, ne suffit pas à l'alimentation constante de son puits guidé. Avant l'installation de ce puits, on comptait trois whims travaillant par kibbles et chaînes et inférieurs aux besoins ; aujourd'hui, sauf à Boscreggan Shaft, où la machine motrice du Man-Engine extrait de temps à autre d'une faible profondeur, tous les produits de la mine sont amenés au puits

principal. La profondeur à partir du jour était de 240 toises en 1858 ; elle atteint 245 toises en 1862 ; soit 439 et 448 mètres.

Au dessous de l'Adit situé à 30 toises, on extrayait des galeries 130, 150, 170, 190 et 210; les niveaux 150 et 170 étaient les plus productifs, et on prenait comme profondeur moyenne d'extraction 160 + 30 = 190 toises = $347^{m},47$, soit 350 mètres (*).

L'élargissement, la rectification partielle, le boisage à neuf et le guidage de 240 toises de puits ont coûté environ 2.000 liv. = 50.000 francs; soit 110 francs par mètre courant : et malgré cette forte dépense le puits reste avec quatre coudes, et changement de sens dans l'inclinaison.

On pourrait, si l'abatage l'exigeait, porter au jour 24.000 tonnes par an; en 1861 on n'extrayait que 1.400 tonnes par mois, soit un total de 16.800 tonnes.

Tous les frais étant calculés pour une année, on dépense:

AU PUITS : 5.900 fr.

	liv.	sh.	liv.	sh.	fr.
Câbles plat en chanvre	»	»	70	0	1.750
Skips, une paire	14	8	32	8	810
Roues de skips, 36	18	0			
Réparations au puits	120	0	133	12	3.340
Cylindres de frottement aux coudes	5	0			
Divers	8	12			

A LA MACHINE : 10.650 fr.

Houille, 12 × 30 t. = 360 tonnes	324 à $22^{f},5$	8.100
Graisse, huile et chanvre	24	600
Mécaniciens, 2 hommes à 3 liv. 5 sh.	78	1.950

AUX RECETTES : 7.500 fr.

Chargement, 4 hommes	162	4.050
Déchargement, 2 receveurs et 2 rouleurs	138	3.450
Dépense totale	962	24.050

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de 1 sh. 1 d. 1/2 à 1 sh. 2 d. pour 190 fathoms = $1^{f},4313$ pour 350 mètres.

(*) M. Hocking indique comme profondeur moyenne (average depth) 160 à 170 t.; il paraît n'avoir pas tenu compte des 30 t. d'adit.

Tableau X.

Levant — Nature des dépenses.		Calcul des dépenses rapportées à : Une tonne parcourant 350 mètres. Détails.	Totaux partiels.	100 mètres. Détails.	Totaux partiels.	Un total = 100. Détails.	Totaux partiels.
		fr.	fr.	fr.	fr.		
Au Puits.	Cable plat. .	0,1041	0,3511	0,0297	0,1003	7,3	24,5
	Skips.	0,0482		0,0138		3,4	
	Réparations. .	0,1988		0,0568		13,8	
A la Machine.	Houille.	0,4821	0,6338	0,1377	0,1811	33,7	44,3
	Graisse, etc. .	0,0357		0,0102		2,5	
	Mécaniciens. .	0,1160		0,0332		8,1	
Aux Recettes.	Chargement. .	0,2411	0,4464	0,0689	0,1275	16,9	31,2
	Déchargement.	0,2053		0,0586		14,3	
Totaux.		1,4313	1,4313	0,4089	0.4089	100,0	100,0

M. Hocking fait remarquer à bon droit, que les gages des deux rouleurs sont à tort compris dans les frais de déchargement, que nulle déduction n'est faite pour la revente des vieux matériaux; enfin que la machine, trop faible pour l'emploi, consomme plus de houille que de raison.

Mais en me reportant aux données que j'ai obtenues sur place, je crois que ces excédants de dépense sont balancés ici par quelques chiffres un peu favorables et que le prix de 1f,43 par tonne est certainement atteint à Levant. Le même ingénieur estime que par un travail continu on pourrait porter l'extraction à 2.000 tonnes par mois en élevant la dépense de 80 liv. 3 sh. 4 d. total actuel, à 90 liv. seulement, ce qui abaisserait les frais par tonne à 10 1/2 d. = 1f,125.

On voit ainsi ressortir le grave inconvénient de la discontinuité; résultant d'ailleurs de moyens plus puissants que le but.

En 1858, avec les câbles en fer et les grands tambours de 14', on ne travaillait que six à sept heures sur vingt-quatre; on extrayait par mois 900 tonnes en surmenant la

machine au point de lui faire consommer 45 tonnes 4 owts de bouille (juillet 1858) en un mois.

Si l'on réduit de 625 francs à 500 francs les gages des hommes aux recettes, pour tenir compte du temps qu'ils peuvent consacrer à d'autres travaux, les frais par mois s'élèveront dans ces conditions à 85 liv. 1 sh. 1/2 d. = 2.126f,30, ainsi répartis.

AU PUITS.

	fr.		fr.
Câble en fer.	200,00		545,85
Skips.	345,85		
Entretien du guidage, etc.			

A LA MACHINE.

Houille, 45t,2 à 21 fr. (16 sh. 10 d.)	949,20	1.080,45
Graisse, etc.	50,00	
Un mécanicien.	81,25	
AUX RECETTES.		500,00
Dépense par mois en 1858.		2.126,30

Frais spéciaux par tonne extraite 2f,36 = 1 sh. 10 d. 1/2.

D'où il suit que par la substitution du câble plat en chanvre au câble en fil de fer et du travail continu au travail intermittent d'un tiers de journée, on pourrait à Levant *réduire de moitié* le coût de la tonne extraite.

IV. *Mines de Carnbrea.*

La mine de Carnbrea près Redruth, après avoir été comme Dolcoath très-riche en minerai de cuivre, devient à son tour très-productive en étain. L'exploitation y embrasse de nombreux filons, et dans un espace de 1.920 mètres de longueur est-ouest, sur 920 mètres de largeur, comprend en réalité six mines distinctes. Voici leurs noms et leurs profondeurs maxima en 1860.

1° Tregajorran, ouverte sur le filon Teague; 197 toises sous l'Adit;

2° Highburrow, au nord de la précédente, sur le filon de même nom de la mine voisine, Tincroft; 165 toises;

3° Partie ouest du filon Teague; 145 toises;

4° Wheal-Fanny, sur le filon de ce nom; 125 toises;

5° Wheal-Druid, beaucoup plus au sud; 166 toises;

6° Barncoose; au nord-est de la concession, mine tout à fait séparée et depuis quelques années très-prospère: 116 toises, aussi sous l'Adit qui règne à 30 toises de profondeur.

Barncoose est une des sources principales de l'étain produit par Carnbrea, on y a introduit les skips et câbles plats; en 1858 on extrayait surtout des niveaux 80 et 90; soit en moyenne de 115 toises = 210 mètres.

Le directeur de Carnbrea, captain J. Daw, fait chaque année les relevés des dépenses de l'extraction et de la préparation mécanique et, chose non moins louable, les communique obligeamment.

Voici d'abord celui de 1857. On a extrait avec six machines (*); deux travaillent constamment, trois, seize heures sur vingt-quatre: la dernière douze seulement; elles commandent une douzaine de puits, et on a malheureusemen renoncé à évaluer l'élément important de leur entretien.

On monte par mois 2.000 tonnes de minerai d'étain et 1.000 tonnes de minerai de cuivre et roches (*deads*); soit pour l'année 36.000 tonnes d'un niveau moyen de 150 fathoms = 274 mètres; soit 270 mètres.

On a dépensé:

(*) La consommation de ces machines est donnée en détail au tableau XV.

AUX PUITS : 16.000 fr.

	liv. sh. d.	fr.
Chaînes, câble plat. / Kibbles et skips. . } (*)...............	640 00 00	16.000 00
Entretien et réparations................		Mémoire.

AUX SIX MACHINES : 27.327f,15.

Houille, 990 tonnes. / Suif, huile, etc. . . }	841 00 11	21.026,15
Mécaniciens.....................	272 00 10	6.301,00
AUX RECETTES : 24.062f,50. . . .	962 10 00	24.062,50
Dépense totale. . . .	2.715 11 9	67.389,65

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de 1 sh. 6 d. 3/4 pour 150 fathoms = 1f,8857 pour 270 mètres.

TABLEAU XI.

CARNBREA 1857. Nature des dépenses.	CALCUL DES DÉPENSES RAPPORTÉS A : Une tonne parcourant 270 mètres.	100 mètres.	Un total = 100.
	fr.	fr.	fr.
Aux puits...............	0,4444	0,1640	23,5
Aux six machines..........	0,7729	0.2862	41,0
Aux recettes	0,6684	0,2475	35,5
Totaux.........	1,8857	0,6977	100,0

Le captain Daw a communiqué les résultats de 1860, à M. H. C. Salmon, l'habile correspondant du *Mining Journal*, auquel je les emprunte. Par suite de la suppression de Old Sump Whim, cinq machines seulement ont fonctionné. Leur consommation détaillée est fournie pour les neuf premiers mois; ainsi que le gage des hommes aux recettes pendant la même période; tandis que les matériaux consommés aux puits sont donnés pour l'année entière. Ces

(*) Le relevé de 1857 n'indique rien sur la dépense faite aux puits; celle de 16.000 francs est présumée par comparaison avec 1860.

renseignements traduits en français m'ont servi de base pour le calcul approximatif du tableau XII.

On a extrait par mois en 1860 :

	tonnes.
Minerai d'étain	3.000
Minerai de cuivre et roches. .	1.000
Total.	4.000

Je crois devoir ramener l'estimation à 46.000 tonnes pour l'année.

La profondeur moyenne n'est pas indiquée, mais, malgré le développement des travaux inférieurs, elle ne doit pas dépasser celle de 1857, parce que Barncoose ayant extrait à 120 toises a produit à lui seul la moitié de l'étain ; je la prends donc égale à 150 toises ou 270 mètres.

TABLEAU XII.

CARNBREA (Calcul approximatif pour 1860).		EXTRACTION DE 46.000 TONNES D'UNE PROFONDEUR MOYENNE DE 270 MÈTRES.							
Nature des dépenses.		Dépense.	De l'année.	Par tonne et 270 mèt.		Par tonne et 100 mèt.		Pour 100.	
				Détails.	Totaux partiels.	Détails.	Totaux partiels.	Détails.	Totaux partiels.
			fr.	fr.	fr.	fr.	fr.		
Aux puits, 16.155 fr.	Câble plat.	2.031k.298 à 98f,45 les 100 kil. . .	2.000,00	0,2724	0,3512	0,1009	0,1301	18	24
	Chaînes.	16.452k,606 à 64f,00 id.	10.530,00						
	Feuilles pour kibbles. .	2 031k,298 à 36f,921 id.	750,00	0,0788		0,0292		6	
	Feuilles pour skips. .	2.031k,298 à 41f,844 id.	850,00						
	Façon. pièces en fonte.	. . . .	1.400,00						
	Divers.	. . . .	625,00						
	Entretien des puits.. .	. . . .	Mémoire						
Aux 5 machines, 28.529f,45.	Houille..	962t.75 à 20f,625 la tonne.. . . .	19.856.72	0,4317	0,6202	0,1599	0,2297	29	42
	Chanvre, etc..	317k,390 à 114f,83 les 100 kil.. . .	364,53	0,0412		0,0153		3	
	Huile.	249l,889 à 119f,22 l'hectolitre. . .	297,73						
	Suif.	623k,818 à 147f,684 les 100 kil. .	921,23						
	Chandelles.	210k,283 à 1f,483 le kilogramme.	311,44						
	Mécaniciens.	. . . .	6.775,00	0,1473		0,0545		10	
Aux recettes, 23.741 fr.	Chargement.	. . . .	12.191,00	0,2650	0,5161	0,1911	0,1911	34	34
	Déchargement.	. . . .	11.550,00	0,2511					
		Totaux.	68.425,45	1,4875	1,4875	0,5509	0.5509	100	100

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de :

1 sh. 2 d. 1/2 pour 150 fathoms = $1^f,487$ pour 270 mètres. Je ne saurais suppléer efficacement au défaut de renseignements sur les frais d'entretien des puits, cependant je ne pense pas qu'ils dépassent ici $0^f,50$ par tonne.

Rendue comparable à celles des mines précédemment étudiées, la dépense serait de $1^f,95$ à $2^f,00$, c'est-à-dire notablement la plus forte ; ce qui tient évidemment à la multiplicité des ouvertures et à la discontinuité du travail.

Pourtant l'année 1860 présente sur 1857 une économie sensible, qui doit être rapportée à la suppression d'une machine dérivant en une concentration, au développement de l'exploitation qui a rendu l'extraction plus active, enfin à l'accroissement de la production à Barncoose, où l'on emploie les skips et câbles plats.

V. *Mine de South-Frances. Octobre* 1861.

Aux exemples précédents il n'est pas sans intérêt de joindre celui de South-Frances tel que l'a donné M. Twite, en faisant observer toutefois que le relevé ne comprend qu'un mois, période certainement trop courte, et que la charge du skip, évaluée à une moyenne de 17 cwts, peut être présumée moins forte.

Les deux puits sont conjugués, mais le puits Pascoe est plus productif que Marriott (*).

En octobre 1861, on a extrait environ 1.100 tonnes, savoir :

			tonnes.	cwts
Marriott.	572	Skips de minerais à 17 cwts. l'un.	1.068	9
Pascoe.	685			
	267	Skips d'ouvriers chargés de 4 hommes (poids d'un homme, 140 lbs).	66	15
			1.135	4

Le travail est discontinu ; le niveau moyen 126 toises ou 230 mètres ; on a dépensé :

(*) La configuration des puits, les dimensions des câbles, poulies et tambours sont données chap. Ier, § 3.

AUX PUITS : 75 fr.

	liv.	sh.		fr.
Câble rond en fil de fer, 3 pouces 1/2. Skips.	3	0	....	75,00
Entretien.				Mémoire.

A LA MACHINE : $436^f,25$.

	liv.	sh.		fr.
Houille, $10^t,9$ à 15 sh. 6 d.	8	9	....	211,25
Huile, suif, chanvre.	1	10	....	37,50
Mécaniciens, 2 hommes.	7	10	....	187,50
AUX RECETTES : 400 fr.	16	00	....	400,00
Dépense totale du mois.	36	9	....	911,25

Les frais spéciaux par tonne extraite sont de :

$8^d,06$ pour 126 fathoms $= 0^f,828$ pour 250 mètres, dans l'hypothèse d'une extraction de 1.100 tonnes; au tableau XIII, je les ai calculés sur le pied de 1.000 tonnes seulement.

TABLEAU XIII.

SOUTH-FRANCES. Nature des dépenses.	CALCUL DES DÉPENSES RAPPORTÉES A une tonne parcourant 220 mètres.	100 mètres.	Un total = 100
	fr.	fr.	
Aux puits (entretien non compris). . .	0,0750	0,0326	8
A la machine. { Houille. . . . $0^f,2112$; Graissage. . . $0^f,0375$; Mécaniciens. . $0^f,1875$ }	0,4362	0,1897	48
Aux recettes.	0,4000	0,1739	44
	0,9112	0,3942	100

§ 2. *Consommation et effet utile des machines. Main d'œuvre aux recettes.*

Houille. — La houille est l'élément le plus dispendieux de l'extraction. Les ingénieurs ont donc raison de construire leurs machines en vue de son économie : quelques-uns croient être arrivés sur ce point à une perfection relative et il n'est guère possible de contrôler leur assertion. En revanche, on peut établir l'effet utile, *duty*, en prenant l'opération dans son ensemble.

On sait que le duty est le nombre de millions de livres avoir du poids, élevées à un pied de hauteur par la combustion d'un quintal de 112 livres de houille.

Pour les machines d'épuisement, le duty se calcule en prenant pour quantité d'eau le volume décrit par les pistons plongeurs des pompes; ici encore on le détermine en admettant, comme poids du minerai extrait, le produit du nombre de vases par la charge moyenne.

Mais là s'introduit aisément l'erreur, par la tendance générale à exagérer l'estimation de cette charge; à tel point que le duty ne me paraît devoir être calculé avec quelque certitude qu'en partant de l'observation d'une longue période de travail. On en jugera par la comparaison des nombres suivants: les premiers (tableau XIV) tirés des exemples annuels; les autres du Reporter.

Calcul de l'effet utile des machines d'extraction. TABLEAU XIV.

MINES.	DATES.	Nombre des machines.	PROCÉDÉ.	DUTY.	KILOG. de houille par cheval et par heure.
A Dolcoath. . . .	1855	2	Chaînes et kibbles. .	5,674854	17,71
B United-Mines.	1855	1	Câble plat et skips. .	7,372800	13,63
C Carnbrea. . . .	1857	6	Chaînes et kibbles. .	3,665454	27,43
D *dito*.	1860	5	Câble plat et skips. .	4,830745	20,81
E Levant.	1861	1	Câble plat et skips. .	5,174400	19,43
F *dito*.	Juillet 1858	1	Câble en fer et skips.	2,217600	45,35
J South-Frances.	Octobre 1861	1		8,544880	11,76
			Moyennes en excluant F et J.	5,343650	19,80

Le nombre de kilos de houille consommés par force de cheval et par heure se déduit du duty par la formule $X = \frac{100549266}{\text{duty}}$.

M. W. Browne donne, pour les machines énumérées chapitre Ier, § 3, des duties beaucoup plus élevés et que l'on peut taxer d'exagération.

Machines.	Duty.
Edgecombs.	27,4
Davis's.	25,7
Pown's.	21,7
Meredith's	19,8
Carthew's	19,7
Ray's.	17,2
Trathen's.	10,1
Moyenne (pour juillet 1857).	18,8

Le même Reporter indique comme duty moyen de 12 machines en 1856, 15,6

En regard de ces nombres, plaçons-en d'analogues relevés par d'autres ingénieurs en diverses localités.

M. Ponson (*Exploitation de la houille*, t. III, pages 355 et 356) prend pour mesure de l'effet utile le nombre de kilogrammes élevés à 100 mètres (K^{100}) par la combustion d'un kilog. de houille. Il a réuni les résultats de plusieurs observations, que je reproduis en les traduisant aussi en duties.

Observateurs.			k^{100}	duty.
Tregold.	Effet utile considéré comme un maximum.		210	7,716674
Combes.	Expériences faites à Valenciennes antérieurement à 1824.		210	7,716674
	Houille de qualité inférieure.		220	8.084135
	Meilleur combustible.		310	11,391281
			320	11,758742
Godin.	Observations sur 14 machines de Belgique extrayant de 112 à 350 mètres.	Minimum.	127	4,666751
		Maximum.	283	10,399138
		Moyenne.	180	6,614292

La moyenne des 14 machines belges est un peu plus grande que celle de 5,343650, déduite au tableau XIV, et qui répond à $143k^{100}$ contre 180; mais si l'on adoptait les duties du Reporter, on aurait pour sa moyenne 18,8, plus de $500k^{100}$, et la machine Edgecombs réaliserait $750k^{100}$. Si de semblables résultats étaient véritablement atteints, chaque pays n'aurait rien de mieux à faire que de s'approvisionner de machines dans le Cornwall! Il n'est heureusement pas besoin d'avancer d'aussi gros chiffres pour justifier de leur qualité intrinsèque de moteur économiquue.

J'admets pour l'effet utile moyen des machines d'extraction du Cornwall :

5, 5 duty = 150k^100 = 18^k,28 houille par cheval utile et par heure.

Que l'on compare les conditions de l'opération par puits inclinés et coudés, avec l'usage même répandu des chaînes, un travail intermittent dans plusieurs puits, à divers niveaux, aux circonstances de l'extraction dans les mines de houille, belges ou autres, et l'on accordera sans doute que 150k^100, fournis par les machines dans le Cornwall, démontrent leur supériorité économique, même en tenant compte de la qualité de la houille galloise qu'elles emploient.

Les moteurs peuvent être excellents, et sont certainement bons, et le résultat définitif, comme houille brûlée, peut être déplorable.

Il l'est assurément en regard de celui obtenu, dans le même pays, par les machines d'épuisement; on s'écartera peu de la vérité en prenant 55,0 comme duty moyen des pompes; par suite l'ascension d'un poids d'eau donné, exige *dix fois moins* de houille que celle du même poids de minerai.

Une tonne de 1000 kil., pour un trajet vertical de 100 mètres, brûlera 6^k,666 de houille, occasionnant, avec le combustible à 20 francs, une dépense de 0^f,135.

Suif, huile, chanvre, etc. — La consommation des matériaux accessoires varie beaucoup avec l'état d'entretien des machines. Ce sont les chanvre, étoupes, tresses employés au calfatage des pistons, boîtes et joints; les suifs, huile, graisse brevetée pour la lubréfaction tant des pièces de la machine que des engins extérieurs et des essieux des skips: enfin la chandelle pour les postes de nuit.

Dans les conditions de prix et de fonctionnement du Cornwall, la dépense de ces matières représente moyennement 10 à 12 p. 100 du coût de la houille.

Le tableau XV, relatif aux 6 machines de Carnbrea, peut donner une idée de l'influence de l'état des machines et de la discontinuité; on y reconnaît que la suspension du travail diminue peu les frais par mois, et que leur réduction est loin d'être proportionnée aux chômages.

Consommation des six machines d'extraction de la mine de Carnbrea en 1857 (tableau XV).

N. B. Barncoose n'a fonctionné que neuf mois; à Dobree's, la chaudière alimente le moteur des cribles mécaniques.

Nom de la machine	BARNCOOSE.		DOBREE'S.		HIGHBURROW.		OLD SUMP.		BARKER'S.		DRUID.	
Diamètre et course du piston	$0^m,457-1^m,219$		$0^m,457-1^m,219$		$0^m,610-2^m,438$		$0^m,447-1^m,219$		$0^m,610-1^m,524$		$0^m,329$ $0^m,610-1^m,371$	
Type. — Force en chevaux	Double effet, 19 chev.		Double effet, 19 chev.		Double effet, 34 chev.		Double effet, 19 chev.		Simple effet, 27 chev.		Sim's Comb., 33 chev.	
Durée du travail journalier	Travail continu.		18 heures sur 24.		18 heures.		Continu.		18 heures.		12 heures.	
Matières consommées :	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.
Houille à ...... 19,400 fr. la tonne.	135,00	2.619,00	172,50	3.346,50	165,00	3.201,00	204,75	3.972,15	183,00	3.550,20	129,75	2.517,15
Huile à .... 128,390 l'hectolit.	$27^l,829$	35,74	$38^l,619$	49,60	$51^l,682$	66,36	$55^l,089$	70,74	$47^l,706$	61,21	$43^l,731$	56,15
	kil.		kil.		kil.		kil.		kil.		kil.	
Suif à .... 147,684 les 100 kil.	114,261	168,75	110,633	163,39	162,776	240,10	172,752	255,09	165,043	243,75	140,105	206,92
Chanvres / Etoupes à .... 68,920 les 100 kil.	41,714	28,75	49,876	34,38	95,670	65,94	116,981	80,62	88,416	60,94	24,484	16,87
Chandelles à .... 1,608 le kil.	33,533	53,95	9,975	16,04	39,900	64,16	42,167	67,81	31,739	51,04	18,590	29,90
Frais totaux par machine	.....	2.906,19	.....	3.609,91	.....	3.637.86	.....	4.446,41	.....	3.967,14	.....	2.826,99

	Consommation totale pour l'année(*).		Consommation moyenne par mois et par machine.											
			BARNCOOSE.		DOBREE'S.		HIGHBURROW.		OLD SUMP.		BARKER'S.		DRUID.	
	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.	tonnes.	fr.
Houille	990	19.206,00	15,000	291,00	14,376	278,88	13,750	266,75	17,062	331,01	15,250	295,85	10,812	209,76
Huile	$264^l,656$	339,80	$3^l,099$	3.97	$3^l,218$	4,13	$4^l,307$	5,53	$4^l,691$	5,89	$3^l.975$	5,10	$3^l,644$	4,68
	kil.		kil.		kil.		kil.		kil.		kil.		kil.	
Suif	865,570	1.278.30	12,695	18,75	9,218	13,61	13,398	20,03	14,396	21,26	13,754	20,31	11,675	17,24
Chanvre, étoupe.	417,141	287.50	4,635	3,20	4,154	2,86	7,972	5,49	9,748	6,72	7,368	5,08	2,040	1,40
Chandelles	175,924	282,90	3,728	5,99	0,831	1,34	3,325	5,35	3,514	5,65	2,645	4,25	1,550	2,50
Totaux	.....	21.394,50	.....	322,91	.....	300,81	.....	303,15	.....	370.53	.....	320,59	.....	235,58

(*) Les prix ci-dessus sont ceux de l'année 1856 à Carnbrea, savoir : *Houille*, 15 sh. 6 d. la tonne; *Huile*, 4 sh. 8 d. le gallon ; *Suif*, 60 sh. le cwt; *Chanvre, Etoupes*, 3 d. la livre; *Chandelles*, 7 sh. par 12 lbs. Les prix de 1857 ayant été un peu plus faibles, cette consommation totale a coûté réellement 21.026f.15.

Mécaniciens. — Le personnel attaché aux machines comprend :

L'ingénieur, *engineer.*
L'ingénieur mécanicien, *working engineer.*
Les mécaniciens-chauffeurs, *engine men.*
Les aides amenant la houille et enlevant les cendres. } *tender, wheeling coal, wheeling ashes.*

Tous sont payés au mois ; les ingénieurs sont comptés à l'état-major de la mine, et les aides parmi les manœuvres de surface (*Surface labourers*). Les engine men, ou mécaniciens proprement dits, entraînent les frais les plus considérables et figurent seuls aux tableaux de l'extraction. Leurs gages varient avec les localités et la tâche qui leur est imposée ; mais partout ils réunissent l'emploi de chauffeurs à celui de conducteurs de la machine.

Dans le cas d'un travail continu, ils font comme les mineurs un poste de 8 heures, c'est-à-dire que chaque moteur occupe trois hommes ; s'il y a lieu à un travail de 16 heures sur 24, deux hommes suffisent ; enfin si l'on marche 12 heures seulement, soit à un whim, soit à un bocard, on ne prend qu'un mécanicien dont on élève la paye en conséquence. Les machines d'épuisement qui fonctionnent avec lenteur et continuité exigent moins de manœuvre, une attention moins soutenue que celles d'extraction, aussi leurs conducteurs sont-ils souvent moins rétribués.

Le gage ordinaire d'un mécanicien est de 3 liv. = 75 fr. ; il varie cependant de 2 liv. 15 sh. à 3 liv. 10 sh. (68f,75 à 87f,50) ; sous le titre d'*extra-work*, viennent de temps à autre s'y joindre de petites sommes pour le nettoyage des appareils. On paye environ 6 sh. = 7f,50 celui d'une machine, et 7 sh. = 8f,75 pour une chaudière.

Le travail en tâche, si admirablement organisé dans les mines du Cornwall, a été quelquefois appliqué à la conduite

des machines; voici à cet égard l'exemple des deux puits principaux de Dolcoath.

Compte des mécaniciens, travaillant à prix fait, pendant le mois de juillet 1858; *mois de* 5 *semaines ou de* 30 *jours effectifs :*

Conditions communes.	Houille comptée aux mécaniciens à 12 sh. par tonne.							
	Chandelle à 9 d. par lb.							
	Gozan Whim.				Old Sump Whim.			
Conditions spéciales. Niveau moyen	270 toises.				260 toises.			
Prix des 100 kibbles	16 sh.				15 sh. 6 d.			
		liv.	sh.	d.		liv.	sh.	d.
Extrait, 3.179 kibbles. Extra work		25	19	1	3.528 kibbles. Extra work	27	13	10
A déduire. Charbon.. 24 tonnes. Chandelles. 10 lbs.		14	15	6	Charbon, 28 ton. 10 cwts. Chandelles, 10 lbs	17	9	6
Gain des trois associés		11	3	7		10	4	4
Gain moyen par homme		3	14	6 1/3 = 93f,15	85f,13 =	3	8	1 1/3

Pour l'année 1855, à la même mihe, le total de 226 liv. 16 sh. aux deux puits représente un gain moyen de 3 liv 3 sh. = 78f,75 par homme et par mois.

Les aides, rouleurs de charbon et de cendres, gagnent de 1 liv. à 1 liv. 15 sh. soit de 25 à 43f,75; un seul suffit pour quatre à cinq machines; à Dolcoath cependant le travail étant très-actif, on avait, en 1858, pour le service de dix-sept mécaniciens, trois aides payés en tout 115 francs par mois.

On peut évaluer à 7 ou 8 p. 100 des gages des engine-men, ceux de cette classe de manœuvres sur les grandes mines du pays.

La plupart d'entre elles entretiennent aussi un ingénieur mécanicien, qui gagne 100 à 125 francs; il fait aux machines et appareils les réparations simples et urgentes; en un mot il sert de contre-maître résidant sous la direction de l'engineer de la compagnie.

Parfois cet agent est admis aux fonctions de captain des travaux souterrains; j'ai rencontré quelques hommes réu-

nissent ainsi les deux professions et même les deux aptitudes, et qui ne m'ont pas paru les moins habiles, dans ce pays où la spécialité est pourtant la base de toute organisation.

Une de ces spécialités remarquable est le groupe des engineers. De grands travaux, de magnifiques machines d'épuisement ont consacré leur réputation; presque tous ont une large expérience et une pratique exercée, quelques-uns savent y joindre l'application des plus saines théories. Leur rôle dans les mines est comparable à celui des architectes dans nos villes; ils habitent les principaux centres et se forment une clientèle à plusieurs lieues à la ronde. Ils traitent ordinairement sur les bases suivantes: 1/2 liv. = 12f,50 par mois et par machine; s'il n'y en a qu'une seule, ils font une ou deux visites; s'il y en a plusieurs les visites sont plus fréquentes. Je citerai une mine occupant douze machines déjà anciennes et une autre n'en ayant que quatre, mais neuves et qui payaient toutes deux chaque mois 4 liv. = 100 francs à l'ingénieur pour s'y rendre plusieurs fois par semaine (*).

Les frais de surveillance n'ont donc rien de fixe; mais ils sont loin d'être négligeables dans le prix de revient de l'extraction, car ils peuvent s'élever tant pour l'ingénieur que pour le contre-maître de 20 à 40 francs par mois et représenter ainsi de 8 à 17 p. 100 du gage des engine men.

En ajoutant cette dépense à celle des aides on devrait faire supporter à ce chiffre un accroissement de 15 à 25 p. 100.

La main-d'œuvre à la machine lorsqu'on suppose un tra-

(*) Les ingénieurs du Cornwall font payer les dessins de machines à raison de une guinée = 1 liv. 1 sh. = 26f.25 par chaque pouce contenu dans le diamètre du piston. Ils exécutent également les dessins de bocards, de cylindres broyeurs, etc., à conditions débattues, s'ils traitent avec le public, et gratuitement pour les mines de leur clientèle.

vail continu est une constante indépendante des circonstances de l'extraction, aussi est-elle d'autant plus lourde par tonne extraite que la production est plus faible.

J'ai groupé dans le tableau XVI les frais par mois à quelques machines déjà citées et j'ai calculé la proportion dans laquelle y entrent les matériaux et la main-d'œuvre des mécaniciens.

Dépense par mois aux machines d'extraction.— Matériaux et main-d'œuvre.

(Tableau XVI.)

Noms	Dolcoath.	United Mines.	Levant.	Carnbrea.	South Frances.
Machines	Moyenne de 2.	Une seule.	Une seule.	Moyenne de 3.	Une seule.
Dates	1855	1855	1862	1860	octobre 1861
Travail	Continu.		Discontinu.		
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Houille	483,33	700,00	675,00	330,96	211,25
Suif, chanvre, etc.	28,75	200,00	50,00	31,63	37,50
Mécaniciens	236,25	225,00	162,50	112,91	187,50
Totaux	798,33	1.125,00	887,50	475,50	436,25
	Proportions pour une dépense totale=100.				
Houille	64,6	62,2	76,1	69,7	48,4
Suif, chanvre, etc.	3,8	17,8	5,5	6,6	8,6
Mécaniciens	31,6	20,0	18,4	23,7	43,0
Totaux	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

***Main-d'œuvre aux recettes* (*Filling and landing*).** — Quelle que soit la méthode d'extraction, le chargement se fait à bras. Dans les conditions où il est placé, un *filler* charge en 8 heures, de 10 à 12 tonnes de minerai; il atteint rarement un maximum de 14 à 15 tonnes.

Avec les kibbles un seul est présent; avec les skips d'une capacité à peu près double, on maintient la durée du chargement en employant deux fillers par poste; mais on est empêché d'accroître ce nombre parce que l'accès du vase leur deviendrait difficile. La production d'un puits se trouve par là même limitée à ce que six ouvriers peuvent

charger en 24 heures, c'est-à-dire à 60 ou 75 tonnes. Si les circonstances l'exigeaient, on pourrait à la rigueur occuper huit hommes en quatre postes de 6 heures et atteindre 80 à 95 tonnes par jour. Nous étudierons plus loin l'influence de la vitesse des vases et de la profondeur du puits sur la quotité de l'extraction, mais il faut observer que si la première est faible et la seconde très-grande, le filler a plus de repos qu'il n'est utile et que son travail est diminué.

Par kibbles ou par skips, les frais de chargement seront identiques. Le déchargeur aux skips n'a qu'une manœuvre peu fatigante à faire; en sorte que, malgré l'arrivée plus fréquente des vases, un seul ouvrier au jour suffit ordinairement contre deux à l'intérieur; tandis qu'avec les kibbles on compte autant de fillers que de landers. En revanche, entre l'arrivée de deux vases, le lander aux kibbles a généralement le temps de rouler son wagon à l'atelier de cassage; mais le déchargeur au skip doit être doublé d'un rouleur dans beaucoup de cas. On conçoit que la question du roulage à la surface introduite dans celle du déchargement donne un ensemble trop variable pour être étudié ici; mais que l'on doive dans des conditions déterminées chercher à utiliser le plus complétement possible le temps et les forces du déchargeur. Quoi qu'il en soit, les frais totaux de main-d'œuvre aux recettes, rapportés à la tonne extraite, sont à peu près les mêmes partout.

Les gages mensuels des ouvriers sont en moyenne de

3 liv. = 75 fr. pour les chargeurs
et de 2 liv. = à 2 liv. 10 sh. = 50 à 62,5 fr. pour les déchargeurs.

Parmi les exemples précités de Dolcoath à South-Frances, quelques-uns seulement distinguent les deux groupes Fillers et Landers; j'ai cru pouvoir présumer leur répartition pour

les autres, et j'ai réuni au tableau XVII les éléments du travail des recettes, en y joignant les frais totaux de main-d'œuvre, mécaniciens compris : chiffres importants que ne mettent pas en évidence les tableaux antérieurs.

Chargement et déchargement (Filling and Landing). Tableau XVII.

MINES.	OUVRIERS.	Leur nombre par puits.	Gage d'un homme par mois.	Durée d'un poste.	TONNES extraites: par jour.	TONNES extraites: par homme et par poste.	FRAIS par tonne aux recettes.	FRAIS TOTAUX de main-d'œuvre, mécaniciens compris: par tonne extraite.	par tonne et 100 M.	pour une dépense = 100.
			fr.	h.	tonnes.	tonnes.	fr.	fr.	fr.	
Dolcoath..	Fillers. . . . Landers. . .	3 3	75,00 63,75	8 8	33,61	11,20 11,20	0,496	0,777	0,169	22,40
United-M.	Fillers. . . . Landers. . .	6 4	75,00 62,50	8 12	64,00	10,70 16,00	0,437	0,578	0,131	29,60
Levant.. .	Fillers. . . . Landers. . . 2 trammers.	4 2 »	83,75 69,35 »	8 8 »	56,00 »	14,00 28,00 »	0,448 »	0,562 »	0,161 »	30,30 »
South-Frances. .	Fillers. . . . Landers. . .	4 2	75,00 50,00	8 8	40,00	10,00 20,00	0,400	0,587	0,256	64,00*
Carnbrea .	»	»	»	»	»	»	0,516	0,768	0,245	44,00*

* Les mines de Carnbrea et South-Frances n'ont pas fait entrer dans le coût de l'extraction l'entretien des puits.

On voit que le chargement et le déchargement d'une tonne coûtent de $0^f,40$ à $0^f,50$, et que les frais de main-d'œuvre varient de $0^f,56$ à $0^f,78$; l'écart entre ces deux derniers nombres dépend surtout de la production et de l'activité plus ou moins grande du travail ; ils répondent, en monnaie anglaise, à 5 1/2 et 7 3/4 d., soit à une moyenne de 6 d. C'est précisément ce chiffre de 6 d. que les exploitants, habitués à compter de préférence les déboursés faits aux jours de paye, indiquent généralement comme ceux de l'extraction, entendant implicitement ne parler que de la main-d'œuvre.

§ 3. *Comparaison et discussion des procédés.*

De la vitesse moyenne des vases, et de la production des puits. — Lorsque l'on veut apprécier la valeur relative des méthodes d'extraction, on doit tout d'abord se rendre compte de l'activité ou force de production dont un puits devient susceptible par l'emploi de chacune d'elles.

Nous venons de reconnaître que, par le seul fait du mode de chargement adopté dans le Cornwall, une limite supérieure est imposée à cette activité, et qu'un puits ne saurait guère fournir plus de 80 tonnes en 24 heures, soit 24.000 t. en 300 jours de travail. Au-dessous de ce chiffre, la quotité de l'extraction dépend de la charge moyenne du vase, de la profondeur, et de la vitesse moyenne dans le puits; enfin la durée à peu près constante du chargement joue ici un rôle spécial que nous aurons à mettre en évidence.

L'usage des kibbles ne permet pas de dépasser une assez faible vitesse; dans les puits inclinés, on a à craindre que le vase ne heurte quelques saillies de la roche ou des boisages, et que la rupture de la chaîne ne s'ensuive. Ce danger subsiste, quoiqu'à un moindre degré, dans les puits verticaux; mais, dans tous les cas, celui du choc des kibbles entre eux contraint à un ralentissement vers le moment présumé de leur rencontre, c'est-à-dire à une période du parcours où la compensation du poids mort autoriserait au contraire une bonne vitesse.

Les kibbles avec chaînes, dans les puits inclinés, franchissent en moyenne $150' = 45^{m},71$ par minute. A Dolcoath ils vont à raison de $170' = 52$ mètres. A Fowey, dans des puits verticaux, et avec les câbles plats, on atteint $208' = 63,4$ mètres.

Les skips reçoivent sans inconvénient une rapidité plus grande, mais inférieure cependant à celle des cages dans les puits verticaux des houillères. Par câbles plats on ne dépasse guère, dans le Cornwall, $305' = 100$ mètres par

minute. A Levant, avec le câble en fer, on arrivait, en 1858, à 400′ = 122 mètres (*).

Dans les deux méthodes on peut évaluer à 3 minutes le temps consacré à la manœuvre du mécanicien pour l'arrêt du vase, et au chargement, soit du kible de 6 à 7 cwts par un seul filler, soit du skip de 11 à 14 cwts par deux ouvriers.

Je négligerai à dessein les variations plus ou moins sensibles de cet intervalle entre deux périodes de marche, et pour faciliter la comparaison des procédés, j'admettrai pour sa valeur les 3 minutes ci-dessus mentionnées (**).

(*) D'après M. Ponson, les vitesses moyennes dans les puits verticaux des houillères sont :

			mètres.		
Sur le continent.	Par bennes. . . .	54	60	72	par minute.
	Par cages guidées.	120	180	210	—

Au nord de l'Angleterre, par cages guidées, 240 300 320 mèt.

(**) A Dolcoath on a extrait, en juillet 1858, mois de trente jours :

1° Au Whim old sump, de 260 toises, 117 à 118 kibbles par 24 heures. On compte entre l'arrivée de 2 kibbles consécutifs 12 minutes 1/4 ; admettant un arrêt de 3 minutes 1/4, il reste 9 minutes pour le parcours de 1.560′ ; d'où l'on déduit une vitesse moyenne de 173′.

2° Au Gossam-Whim, de 270 t. 106 kib. par 24 heures, soit 13 minutes 1/3 pour 1 kibble, attribuant 3 minutes 1/3 à l'arrêt et 10 minutes au parcours de 1.620′ ; c'est une vitesse moyenne de 162′.

Pour l'année entière 1855, ces machines auraient élevé de 250 toises 112 kibbles par vingt-quatre heures, si l'on estime la charge moyenne du kibble à 6 cwts au lieu de 7 cwts indiqués par le capt. Ch. Thomas.

A Fowey-Consols, le whim Davis a extrait en juillet 1857 de 260 t. 4.148 kibbles, soit 138 par 24 heures, ou 10 minutes 1/2 pour 1 kibble ; accordant 3 minutes pour l'arrêt et 7 1/2 pour un trajet de 1.560′, on a une vitesse de 208′.

A Levant, 1858 (voir chap. Ier, § 3, IV, *les éléments du mécanisme*), d'après mon observation personnelle, la machine faisait trente coups par minute et le skip franchissait 440′ dans le même temps. On admettait, de 200 toises, une extraction de 120 skips en 12 heures, soit pour un skip 6 minutes, dont 3 minutes pour le parcours de 1,200′, vitesse moyenne de 400′.

Les chevalements, de 20 à 25′ de hauteur sur les puits non guidés, ont dû être portés à 30 et 35′, pour conserver une égale sécurité à la réception des skips.

Représentons par une formule la puissance productive d'un puits ; soient :

P le poids extrait en 24 heures ou 1.440 minutes ;

p la charge du vase ;

H le niveau de l'extraction en mètres ;

V la vitesse moyenne, en mètres, par minute ;

c la durée de l'arrêt et du chargement en minutes ;

a la durée de l'ascension d'un vase en minutes.

Les vases se succèdent à des intervalles de $c + a$, ou $c + \frac{H}{v}$ minutes ; on a donc :

$$(\alpha)\ P = p \times \frac{1440}{c+a},\ \text{ou bien}\ P = 1440\ \frac{p.v}{cv + H}\qquad (\beta).$$

Nous discuterons plus loin l'influence spéciale de la profondeur ; examinons d'abord celle de la vitesse à charge égale.

P n'est jamais proportionnel à v, mais il s'en approche d'autant plus que la profondeur s'accroît ; c'est-à-dire que la valeur du terme cv au dénominateur diminue d'importance à côté de celle de H.

Considérons les vitesses de 50 mètres (kibbles et chaînes) et de 100 mètres (skips et câbles plats) ; supposons l'extraction successivement faite à des niveaux distants de 100 mètres ; enfin admettons un instant une même valeur pour p et $c = 3$. On aura pour

Rapports des poids extraits d'un puits, selon la vitesse.

PROFONDEUR de l'extraction.	VITESSE MOYENNE de 50 mètres.	de 100 mètres.
mètres.		
100	Extraction prise = 100	125,0
200		140,0
300		150,0
400		157,1
500		162,5
600		166,6

On voit qu'en doublant la vitesse on n'augmentera la production que de 1/4 pour un niveau d'extraction de 100 mètres, et de 2/3 pour ceux de 500 à 600 mètres; tandis qu'elle serait presque doublée, quelle que fût la profondeur, si le chargement était, comme dans les houillères, à peu près instantané. L'accroissement de vitesse est donc ici moins efficace, et si l'on cherchait à en abuser, on rencontrerait promptement de graves inconvénients pour la conservation des appareils.

On peut pousser à la production en augmentant la charge du vase; mais la nécessité du remplissage à bras vient encore empêcher P de croître proportionnellement à p. Le terme c (formule α) est la somme de deux éléments; le temps employé par le mécanicien, quantité constante, et celui occupé par le chargement, dont la longueur varie en raison directe de p. Par suite, si le kibble de 6 cwts suppose $c = 3$, celui de 12 cwts correspondra à $c < 6$; et si l'on prend $c = 6$, on restera prudemment au-dessous de l'accroissement possible de la production. Telle est l'hypothèse que j'ai cru devoir faire en calculant le tableau XVIII.

Dans la colonne A, l'extraction actuelle par kibble étant prise = 100, pour terme de comparaison ($p = 1$, $c = 3$), on trouve ce qu'elle deviendrait pour les niveaux de 100 à 600 mètres, si en conservant la vitesse de 50 mètres on doublait la charge ($p = 2$, $c = 6$). La colonne B est applicable aux skips; enfin c établit la comparaison entre les deux genres de vases, le skip ayant capacité et vitesse doubles de celles du kibble et n'exigeant qu'un arrêt égal ($c = 3$).

Production possible d'un puits d'après la vitesse et la charge des vases.
(Tableau XVIII.)

Profondeur de l'extraction.	A		B		C	
	Vitesse moyenne de 50 mètres par minute.		Vitesse moyenne de 100 mètres par minute.		V = 50	V = 100
	$p = 1$, $c = 3$	$p = 2$, $c = 6$	$p = 1$, $c = 3$	$p = 2$, $c = 6$	$p = 1$, $c = 3$	$p = 2$, $c = 3$
mètres.						
100	Extraction prise = 100	125,0	Extraction prise = 100	114,5	Extraction prise = 100	250,0
200		140,0		125,0		280,0
300		150,0		133,3		300,0
400		157.1		140,0		314,2
500		162,5		145,4		325,0
600		166,6		150,0		333,3

De ce tableau je me bornerai à faire ressortir les résultats suivants :

1° Si dans un puits on remplace le kibble de 5 à 6 cwts par celui de 10 à 12, en conservant un filler par poste et la vitesse de 50 mètres, on accroît la production de 1/2 à 2/3 en sus, suivant que le niveau de l'extraction sera de 300 ou de 500 à 600 mètres.

2° Si l'on substitue au skip de 10 à 12 cwts celui de 20 à 24, en gardant deux fillers par poste et la vitesse de 100 mètres, on produira 1/3 à 1/2 en sus, selon les profondeurs de 300 ou de 500 à 600 mètres.

3° Si dans un puits on installe le skip de 10 à 12 cwts au lieu du kibble de 5 à 6, on pourra, aux profondeurs de 300 à 600 mètres, plus que *tripler la production*.

Il ne faut pas oublier que ces résultats sont basés sur l'introduction dans la formule générale des valeurs $c = 3$, $c = 6$, $v = 50$, $v = 100$, qui n'ont rien d'absolu et qui n'ont été choisies que pour arriver à montrer le sens des variations possibles de l'extraction, et il est bon de répéter que celle-ci est jusqu'ici limitée par le mode de chargement des vases.

Aujourd'hui, dans un puits incliné et coudé, on extrait de 400 à 500 mètres par kibbles et chaînes, environ 10.000 tonnes par année de 300 jours de travail effectif; l'introduction des skips dans un pareil puits permettrait, d'après la colonne C, d'élever 32.000 tonnes; mais ce chiffre théorique ne saurait être atteint par les chargeurs, et l'usage ordinaire de six fillers en trois postes abaisserait ce maximum à 24.000 tonnes environ. C'est là du reste un poids de minerai et roches correspondant à des travaux extrêmement actifs et à un nombreux personnel de mineurs réunis sur un espace assez restreint au voisinage du puits.

Avantages comparés des skips et des kibbles. — La force de production donnée aux puits, tel est le caractère dominant de la méthode d'extraction par skips, et probablement son plus précieux avantage : j'ai signalé déjà la plupart des autres motifs qui peuvent faire préférer les vases guidés aux kibbles; il est bon de les rapprocher en les résumant.

1° Sécurité pour les vases, le boisage du puits, les chargeurs.

Les ruptures sont moins fréquentes, même lorsqu'on emploie les chaînes, car le guidage évite les chocs, source la plus ordinaire de ces accidents. Si l'attache vient à rompre, le skip se brise au fond du puits sans autre dommage sensible que sa destruction, tandis que la chute d'un kibble peut dans un puits boisé occasionner d'énormes dégâts. Le skip permet l'usage du parachute; cet appareil, il est vrai, a moins d'efficacité en pratique qu'en théorie, et peut, s'il est mal entretenu, inspirer plus de confiance que de raison.

Pendant la marche des kibbles des pierres détachées des parois, ou projetées hors du vase montant, pleuvent littéralement dans le puits au grand danger du filler et même des mineurs et agents qui circulent devant lui aux divers niveaux (*).

(*) Ce danger est à peu près supprimé par l'emploi des skips;

2° Accroissement du duty par la substitution possible des câbles aux chaînes.

Le skip permet l'emploi des câbles plats en chanvre dans les puits inclinés ou coudés : si les bobines sont construites de manière à compenser une bonne partie du poids mort, l'effet utile du moteur peut s'en trouver notablement accru. Le guidage des vases agit dans le même sens, soit en diminuant quelque peu les frottements, soit en évitant la nécessité du ralentissement au point où ils se croisent.

Quant aux câbles ronds en fil de fer, exclus comme attache des kibbles, j'ai indiqué les circonstances dans lesquelles ils ont pu se montrer avantageux. Une grande profondeur jointe à des coudes prononcés conduit à se servir de câbles d'un fort diamètre, enroulés sur de grands tambours jusqu'ici cylindriques ; ce sont là des conditions essentiellement défavorables à leur adoption.

3° Diminution dans les frais de main-d'œuvre. La dépense au chargement restant la même, celle au jour peut être notablement réduite ; le même personnel de mécaniciens peut correspondre à une production plus forte.

Comme toute innovation heureuse, les skips entraînent du reste leurs inconvénients ; les énumérer revient à signaler les avantages des kibbles.

1° Dépenses de premier établissement. Sous ce titre, figure tout d'abord dans presque tous les cas la mise en état des puits, leur élargissement, rectification partielle, boisage à neuf.

---

cependant le frottement de l'attache, particulièrement des chaînes, peut encore arracher des fragments de roche ; la rupture d'une chaîne peut d'ailleurs toujours être considérée comme imminente. En 1858, j'ai visité une mine, dont je tairai le nom, et dans laquelle l'extraction se faisait par skip et chaîne dans des puits faiblement inclinés à l'horizon, et entièrement dépourvus de cloisons.

Les agents et les mineurs devaient y circuler sans que la marche du skip fût suspendue ! Un tel abus ne serait pas toléré en France.

Le coût des voies et des chevalements et molettes de plus grandes dimensions n'est pas très-élevé. Une partie de cette dépense est balancée par la réduction des frais d'entretien du puits, et elle sera rapidement couverte, si le puits incliné et coudé traverse un terrain peu solide, exigeant le boisage sur un long parcours.

2° Accroissement du poids mort. Jusqu'à présent le skip pèse 70 p. 100 de la charge; le kibble 50 seulement. L'addition au poids du vase ne nuit pas sensiblement au chapitre de la machine, mais bien à la conservation de l'attache, chaîne ou câble.

3° Induction pour les exploitants à exagérer la puissance des moteurs et à se placer par suite dans le cas de de fréquents chômages.

Ici l'avantage caractéristique des skips se retourne contre eux.

La discontinuité dans l'extraction est une source abondante de dépenses par mauvais emploi de la houille et de la main-d'œuvre, et si l'on ne doit jamais extraire d'un puits plus de 8.000 à 10.000 tonnes par an, mieux vaudra un travail continu par kibbles, qu'un travail par skips, de 8 heures sur 24, ou de 2 jours par semaine. Cette assertion est facile à justifier.

En comparant deux mines où l'extraction est permanente, Dolcoath et les United, nous avons reconnu que le coût par tonne extraite était à peu près le même par les deux procédés.

Ce fait de presque égalité des frais par bennes flottantes et vases guidés, a été mis en lumière ailleurs que dans le Cornwall.

A la mine du Grand-Hornu, on extrait annuellement de 355 mètres par les puits n° 8 et n° 12, que l'on peut ici qualifier de verticaux, des poids respectifs de 100.000 et 200.000 tonnes.

M. Glépin, dans son beau mémoire sur ce sujet, évalue l'économie annuelle totale, réalisée par la substitution des *cages guidées* aux cuffats (supposés consacrés à une égale production), à 67.956f,32 pour le puits n° 8, et 134.939f,95 au puits n° 12.

Mais dans ces nombres figurent respectivement 62.523f,84 et 125.047f,68 comme plus-values sur le prix de vente de la houille, beaucoup moins brisée, grâce au transport sans transvasement du chantier aux grilles de classement. Retranchant ces plus-values qui seraient nulles dans le cas de minerais métalliques, il reste 5,432f,48 et 9.892f,27; soit approximativement par tonne, pour les 355 mètres, une économie de 0f,054 et 0f,049, laquelle devient plutôt négative si l'on tient compte des frais de premier établissement.

On comprend dès lors que si l'on installe les skips dans des conditions telles qu'ils restent oisifs la majeure partie du temps, les frais par tonne seront plus élevés que par le procédé relativement grossier des kibbles et chaînes, avec travail continu. A moins de prévisions bien fondées, permettant comme pour une houillère de compter sur plusieurs années d'une extraction déterminée et déjà considérable, il y a imprudence dans les mines métalliques à exagérer les moyens d'action; un excès dans ce sens peut tout aussi bien que leur insuffisance primitive amener la ruine d'une entreprise.

Exposé sommaire d'une bonne méthode d'extraction. Améliorations de détails. — Je rappellerai qu'en commençant ce travail j'ai avancé qu'il n'y avait pas à se préoccuper de chercher une méthode type, une solution absolue de la question. Cependant si l'on écarte les conditions opposées du puits vertical et du plan incliné, si on laisse de côté les puits dont l'inclinaison change de sens pour se renfermer dans le cas le plus fréquent des puits inclinés et coudés, partiellement verticaux et plongeant au moins de 60° à 70° sur l'horizon dans un sens unique, il devient possible de

tirer de l'étude précédente quelques conclusions générales. Je les ai mises sous la forme d'un exposé sommaire des dispositions, les meilleures à mon avis, parmi celles aujourd'hui adoptées dans le Cornwall, en y joignant seulement la proposition de quelques améliorations de détails.

Données. — Puits incliné et coudé, extraction annuelle de 18.000 à 24.000 tonnes, d'une profondeur de 300 à 500 mètres.

Méthode. — Skips et câbles plats en chanvre.

Machine verticale à double effet et à condensation de 26" de diamètre et 7' de course; manivelle de 3' 6".

Installation du puits. Chevalement de 35'; poulies de 8' de diamètre;

Guides en fer de la figure des rails en ⊥, avec éclisses aux joints, boulonnés sur des coussinets coudés; ceux-ci portant sur des étais posés du mur au toit, de manière à laisser libre l'espace situé au-dessous et entre les deux rails. Cylindres de frottement en fonte, fous sur axe en fer, indépendants pour les deux voies et établis près du mur du puits, de 10 en 10 toises au plus de façon à soutenir le câble et empêcher tout contact avec la paroi.

Skips en tôle d'acier, avec roues en fer d'un petit diamètre, sur le modèle des roues de wagons; barres de frottement horizontales, munies à leurs extrémités de simples douilles mobiles, arrêtées par une goupille et fonctionnant comme galets derrière le guide.

Le skip d'acier complet du poids de 6 cwts = 300 kil., prendra aisément une charge moyenne de 13 cwts = 650 kil. Si la largeur du puits empêche d'écarter suffisamment les guides, on pourra donner au skip une plus grande épaisseur, car l'emploi des rails dispense des barres de frottement verticales, et la face d'arrière du skip peut sans inconvénient dépasser le patin des guides, en ayant soin de recourber les extrémités des barres horizontales.

Câble plat de 5" pour les moindres profondeurs et com-

posé pour les plus grandes par moitiés de 5″ et de 6″. Si la machine est éloignée du puits, on pourra attacher une chaîne de 5/8″ d'une longueur telle que le skip étant au jour, la chaîne n'atteigne pas les bobines.

Entre le vase et l'attache, il serait bon de placer un ressort de choc comme on le fait dans les houillères. Le diamètre du noyau des bobines devrait être calculé de manière à établir la compensation la meilleure pour une profondeur de quelques toises plus grande que celle du niveau moyen de l'extraction à la date de leur construction. Après quelques années, ce niveau venant à baisser, on modifiera s'il y a lieu le noyau primitif pour se rapprocher d'une bonne compensation.

De ces dispositions et précautions dériveraient diverses économies : accroissement du duty ; moindre usure du guidage ; plus longue durée des câbles due aux cylindres de frottement et à la diminution de la vitesse rendue possible (à production égale) par l'augmentation de la charge utile du skip. Avec une surveillance convenable de l'état des câbles, les ruptures seraient rares, et sans recourir au parachute, le skip d'acier, malgré son prix initial, durerait assez pour être lui-même économique.

Quant à la main-d'œuvre, aucun perfectionnement ne semble possible en l'état ; sauf le cas rare où la nature tendre et friable du minerai abattu, permet l'emploi des trémies avec trappes pour le chargement des skips.

Influence de la profondeur : 1° Sur le coût de l'extraction. — Au premier abord, il semble évident, et on l'a affirmé, que les frais d'extraction d'une tonne croissent, pour une méthode donnée, plus que proportionnellement à la profondeur ; en d'autres termes, que le coût de la tonne élevée de 100 mètres, ou T^{100}, est plus grand dans les mines profondes.

Examinons le sens dans lequel varient les éléments de la dépense ;

La consommation des vases et l'entretien des puits peuvent être regardés comme proportionnels.

Les chaînes ou câbles, à cause de l'excès de charge sous lequel ils travaillent, ou de leurs plus grandes dimensions transversales, et la houille et autres matières à la machine, par suite du défaut de plus en plus sensible de compensation dans le poids mort, sont plus que proportionnels.

Mais la main-d'œuvre, tant à la machine qu'aux recettes, est moins que proportionnelle; en effet, la vitesse moyenne du vase et la durée du chargement étant supposées les mêmes que pour une moindre profondeur, la période de marche est plus longue, et dans un temps donné on exécute plus de T^{100}.

Exemple : prenons $v=50$ mètres, $c=3$; supposons $p=1$ tonne et deux niveaux d'extraction, $H=450$ mètres et $h=150$ mètres.

On trouve aisément qu'à chaque période de 12 minutes on aura produit : à la profondeur H, $4,5T^{100}$, et à h seulement $2\times1,5$ ou $3T^{100}$. Si la vitesse était de 100 mètres, les valeurs respectives de T^{100} seraient 4,5 et 2,5 pour un intervalle de 7 1/2 minutes. C'est-à-dire que la profondeur ayant crû de 150 à 450 mètres dans le rapport de 1 à 3, les frais de main-d'œuvre de T^{100} se sont abaissés de 3 à 2 ou de 9 à 5 selon les vitesses. Ces chiffres sont loin d'être exagérés, car ils supposent la constance de c; or si après un repos de 9 minutes les chargeurs remplissent le vase en 3 minutes, on ne pourrait pas compter sur un chargement aussi rapide succédant à un repos de 3 minutes seulement. La diminution des frais de main-d'œuvre de T^{100} sera donc pratiquement plus grande que ne l'indique le précédent calcul (*).

D'un autre côté, les frais de main-d'œuvre paraissent former jusqu'ici les 30 à 40 p. 100 de la dépense totale; en

(*) Voir à ce sujet l'avant-dernière colonne du tableau XVII.

sorte qu'entre certaines limites on peut avancer que l'influence de la profondeur sur le coût de T^{100} a chance d'être tantôt défavorable, tantôt favorable; c'est-à-dire est moyennement à peu près nulle; ce que l'on peut exprimer ainsi : *les frais d'extraction* d'une tonne de minerai sont, entre certaines limites, *en rapport direct avec la profondeur.*

Il y aurait intérêt à posséder des exemples assez nombreux pour mettre ce fait complétement en lumière; je me bornerai à rapprocher, sans les discuter, les valeurs de T^{100} pour ceux que j'ai décrits.

	Coût de T^{100}	fr.
Dolcoath	1855	0,52
	1861	0,35
United-Mines.	1855	0,44
Levant	1861	0,40

	Coût de T^{100}	fr.	
Carnbrea	1857	0,70	Entretien des puits non compris.
	1860	0,55	
South-Frances.	1861	0,39	

2° *Sur la production d'un puits.* — La formule donnée plus haut fournit, moyennant une légère modification, la mesure de l'influence de la profondeur sur la production.

Appelons N le nombre des vases portés au jour par un travail continu de 24 heures, on a :

$$N = \frac{1440}{c+a} \text{ ou } N = \frac{1440}{c+\frac{H}{V}}$$

Lorsqu'on fait le calcul pour les vitesses de 50 mètres (kibbles), et 100 mètres (skips) en posant $c=3$, on trouve des résultats très-voisins de la pratique du Cornwall.

Profondeur de l'extraction.	Nombre des vases extraits en 24 heures.	
mètres.	V=50 mèt.	V=100 mèt.
300	160	260
400	131	206
500	111	180
600	96	160

Ces nombres peuvent être rapidement commentés.

Si l'on conserve en s'approfondissant la même vitesse moyenne et la même charge, la production prise égale 100 pour le niveau de 300 mètres s'abaisse à environ 80, 70 et 60 pour ceux de 400, 500 et 600 mètres.

Si à 600 mètres on substitue les skips aux kibbles, la production *pourra* être plus que triplée, et sera ramenée au double de ce qu'elle était à 300 mètres avec les kibbles.

A mesure que la profondeur d'une exploitation augmente, à mesure se développe l'utilité des skips, par la diminution des chances de chômage. Tout d'abord, si l'on se contente de maintenir la production, le simple accroissement du trajet des vases absorbe une partie de la puissance d'extraction, mais de plus on est presque nécessairement conduit à produire davantage. En effet, avec la profondeur on voit s'élever un grand nombre des frais : ceux d'épuisement, d'entretien des excavations, de main-d'œuvre du mineur par la difficulté d'accès aux chantiers, ceux même de l'extraction qui nous occupent.

A plus forte raison, faut-il accroître la production lorsqu'à ces causes générales de dépenses viennent s'en ajouter d'autres; que la teneur moyenne du filon s'abaisse, c'est-à-dire que le minéral utile, quoique très-abondant, se trouve plus disséminé dans la gangue; que la roche est très-chère à abattre, par suite, soit de sa dureté, soit de l'élévation de la température et de l'imperfection de l'aérage. Ces circonstances ne sont pas inconnues dans les mines du Cornwall, et l'on voit que l'extraction, question secondaire pour beaucoup d'exploitations peu profondes, peut devenir extrêmement grave dans le cas naturel de grands besoins et profondeur réunis. La puissance et l'économie sont alors des qualités également à rechercher dans la méthode que l'on voudra adopter.

Ici se borneront les observations qu'il me paraissait utile de faire sur les procédés d'extraction aujourd'hui en usage

et comme dernier renseignement, je donnerai, sous toute réserve et sauf vérification ultérieure, un aperçu :

De l'importance du rôle de l'extraction dans le Cornwall et le Devonshire. — Examinons ce que peuvent être le niveau moyen de l'extraction dans les deux contrées, les poids des principaux minerais extraits chaque année et la dépense totale de ce service.

Parmi les mines les plus profondes actuellement en exploitation, je citerai : Fowey-Consols, à l'est de Saint-Austell ; les United-Mines, récemment fondues avec leur voisine sous la dénomination de Clifford-Amalgamated ; Dolcoath et à ses côtés Kook's-Kitchen et Tincroft à l'est, Stray-Park et Camborne-Vean à l'ouest, North-Roskear au nord, toutes mines du centre Cornwall ; plus au sud, l'ancienne Great-Wheal-Vor qui, reprise il y a moins de dix ans, a été récemment abandonnée après une énorme perte ; les Alfred-Mines, non loin de Hayle ; sur l'extrême pointe de la presqu'île, Botallack et Levant qui s'avancent sous l'Océan ; enfin, dans le Devonshire, la vieille et longtemps prospère Wheal-Friendship.

Quelques-unes dépassent 600 mètres, et les autres 450. Un grand nombre de mines très-productives ont franchi 200 fathoms ou 365 mètres.

La profondeur des puits d'épuisement ne représente pas le niveau moyen de l'extraction. Ce niveau, pour l'ensemble des deux comtés, peut varier d'une année à l'autre par la reprise ou l'abandon d'anciennes mines très-étendues et très-profondes, par le développement souvent rapide de travaux neufs et peu éloignés de la surface.. On arriverait cependant à le déterminer approximativement, à un moment donné, en évaluant séparément ses éléments pour les principaux districts.

Voici à ma connaissance quelques-uns des plus gros chiffres :

Les Devon Great Consols extraient de dix puits environ 120.000 tonnes par an (le puits Richard à Anna-Maria n'avait pas tout à fait 200 toises en 1858); Carnbrea, près Redruth, tire près de 50.000 tonnes d'une douzaine de puits et de 150 toises; Dolcoath, 43.000 à 44.000 tonnes de 280 toises; Fowey, 36.000 tonnes de 240 toises.

Les mines profondes du centre et de l'ouest sont contrebalancées par d'autres également productives dans ces mêmes régions et par celles du district de Caradon près Liskeard et du Devonshire.

Si l'on observe que les galeries d'écoulement passent souvent à 30 et 40 toises au-dessous du sol, et que les niveaux sont comptés à partir de ces adits, je crois que l'on pourra admettre la profondeur de 180 fathoms ou 330 mètres du jour comme niveau moyen à notre époque.

Quant au poids totaux des matières extraites, on sera au-dessous de la réalité en prenant pour chaque tonne de minerai préparé, prêt à vendre :

50 tonnes	extraites	des mines	d'étain;
3	—	—	de cuivre;
12	—	—	de plomb.

Je laisse de côté les mines de fer et autres métaux.

Combinant ces données à celles des *Mineral Statistics* pour 1859, on en déduira pour les deux comtés :

	Minerais préparés vendus en 1859. tonnes.	Extraction des roches présumées correspondantes. tonnes.
Étain	10.670	540.000
Cuivre	181.848	550.000
Plomb	11.015	130.000
Extraction totale		1.220.000

Soit une extraction de 12 à 13 millions de quintaux métriques, poids supérieur au sixième de la production des houillères de France.

Admettons pour coût moyen de la tonne élevée à 100 mètres, le chiffre assurément bas de 0f,45; multiplié par 3,3 pour la profondeur moyenne de 330 mètres, il donne 1f,485.

La dépense par tonne extraite ne sera pas au-dessous de 1f,50, sans compter les frais généraux. La somme consacrée annuellement à l'extraction s'élève au moins à 1.830.000 fr. et probablement à 2.000.000 fr. = 80.000 liv., tous frais compris.

La dépense de l'extraction rapportée à la tonne de minerai enrichi pour la vente est de

75f,00.	Étain oxydé presque pur vendu environ.	1.870 fr.
4f,50.	Minerai de cuivre à 6 1/2 p. 100 à l'essai, valant. .	150

Elle représente donc respectivement 4 p. 100 et 3 p. 100 de la valeur du produit marchand.

Quoique peu élevée absolument, cette proportion, évaluée ici au plus bas, ne fera que s'accroître à mesure que les exploitations gagneront en profondeur, et dès aujourd'hui elle est loin d'être négligeable. On y trouve à la fois une excuse pour les imperfections relatives des procédés d'extraction actuellement en usage et un motif suffisant de l'intérêt que l'on doit attacher à leur perfectionnement. Il appartient aux mines profondes et productives de s'y adonner les premières.

NOTE A.

Sur le poids des minerais métalliques et des roches métallifères, en place et après cassage.

Une étude complète sur le poids des minerais et roches, tant en place que cassés, broyés ou pulvérisés sous diverses dimensions, offrirait un grand intérêt pratique. Laissant de côté les produits des cylindres broyeurs et des bocards, spéciaux à l'atelier de préparation mécanique, j'essayerai seulement de justifier les évaluations que j'ai données pour les charges moyennes reçues par les vases de l'extraction, et j'examinerai à cet effet les poids des minerais en place et le foisonnement qui résulte de l'abatage.

On a souvent, dans le Cornwall, à juger à vue le poids des matières de filon d'après leur aspect. Un des éléments est fourni par l'appréciation de la proportion des minéraux utiles et des gangues pierreuses ou métalliques, et la connaissance de leurs densités ; le second, plus difficile encore à estimer, est le degré de compacité, ou plutôt de vide de la roche. Ce vide peut résulter soit de crevasses ou géodes plus ou moins ouvertes, soit de la texture caverneuse du filon entier, ou d'une ou plusieurs des gangues.

Les jugements portés par les captains sont incessamment contrôlés par les résultats de l'exploitation, en sorte que beaucoup d'entre eux acquièrent une grande sûreté de coup d'œil (*).

Les gangues pesantes de l'étain sont le wolfram, restreint heureusement à un petit nombre de localités ; le mispickel, très-répandu et parfois très-abondant, les pyrites de fer et de cuivre, et dans certaines mines du fer oxydé très-compacte.

(*) Par l'usage des mesures anglaises, il y a plusieurs manières d'exprimer le poids spécifique d'une roche. On donnera : 1° le poids du pied cube en livres, ou 2° le nombre de pieds cubes pour la tonne, ou 3° le nombre de tonnes par fathom cube. Ce dernier mode prévaut sur les mines.

Voici les valeurs métriques de quelques unités :

1 fathom cube = 216 pieds cubes.	=	6.115,8	décimètres cubes.
1 pied cube = 1.728 pouces cubes.	=	28,314	—
1 gallon = 277,274 pouces cubes = 0,1604 pied cube.	=	4,5434	—
1 sack de 12 gallons..	=	54,521	—

1 hectolitre = 3,532 pieds cubes = 22,009667 gallons, soit 22 gallons.

Le poids de 1 tonne par fathom équivaut à celui de 166 kil. par mètre cube.

Les roches cuprifères sont alourdies dans quelques exploitations par le mispickel, dans plusieurs par l'oxyde de fer et à peu près partout par une abondance de pyrite de fer; à ces minéraux denses il faut joindre la blende et en dernier lieu le spath fluor.

Quant à la galène, ses gangues ne sont généralement pas très-pesantes dans les mines du Cornwall; la baryte sulfatée n'a été rencontrée qu'exceptionnellement; plusieurs filons sont peu chargés de blende et de pyrite, en sorte que le quartz et la chaux fluatée dominent seuls.

Voici les poids qui m'ont été indiqués sur quelques mines :

TERRAIN encaissant.	LOCALITÉS.	ROCHES.	POIDS du fathom cube en tonnes.	POIDS du mètre cube en kil.	Observations.
Granite..	Levant...........	Minerai..	de 24 à 22	3.980 3.650	(a)
Granite..	Dolcoath.........	.... d'étain...	de 20 à 19	3.320 3.150	(b)
Schiste ou killas.	Drakewalls........	....	et 18	3.000	
Schiste ou killas.	Wheal Friendship.....	Minerai..	22	3 650	(c)
Schiste ou killas.	West Wheal Seton..... North Downs........	de cuivre...	17	2.820	(d)
	Roches encaissantes.				
Granite du Cornwall..................			16	2.660	(e)
Schiste quartzeux. Wheal Friendship........			15	2.490	(f)
Schiste ou killas. Cargoll...............			13 1/3	2.240	(g)

(*a*) Le minerai d'étain, à Levant, contient beaucoup d'oxyde de fer compacte, des pyrites et du cuivre sulfuré; c'est aux parties riches des filons bien séparées des roches avoisinantes que se rapportent les poids de 22 et 24 tonnes.

(*b*) A Dolcoath, le minerai est éminemment quartzeux, l'oxyde de fer y est moins compacte qu'à Levant; il y a notablement de mispickel.

A Drakewalls, les veinules appelées *branches* sont abattues avec beaucoup de schiste adhérent et dur, mispickel abondant et wolfram; le poids moyen est estimé à 18 tonnes 3/4.

(*d*) Le minerai pyriteux a une gangue éminemment quartzeuse, alourdie cependant par de la pyrite de fer.

(*c* et *f*) A Wheal-Friendship, beaucoup de mispickel, de là le poids élevé de 22 tonnes du minerai de cuivre dans les parties riches. La gangue est surtout du quartz; mais le filon est accompagné d'un *capel* ou schiste quartzeux dur et compacte de couleur

noirâtre; le terrain encaissant est le schiste alternant avec des zones de roche dioritique dites trappéennes, de la famille des greenstones.

(*g*) A Cargoll, district de Newlyn, au nord de Truro, mine de plomb voisine de la célèbre East Wheal Rose, le killas est très-tendre ; sa couleur varie du bleu foncé au blanc; il est très-humide, la galène s'y ramifie, presque dépourvue de gangues.

(*f*) On admet dans les carrières de granite que 15 pieds cubes font une tonne, pour les qualités ordinaires.

Foisonnement. — Le minerai abattu se compose de fragments gros, moyens et menus; dans chaque mine les proportions de gros et de menu dépendent non-seulement de la nature des roches, mais du mode de gisement et surtout de la méthode suivie pour l'abatage. La roche le permettant, on fera beaucoup de gros, dans les points où le gîte est puissant, ou bien en ouvrant le chantier sur une des faces du filon et n'attaquant celui-ci qu'après l'avoir dégagé.

Le menu de mines, boues et petits fragments, est relevé de temps en temps et extrait à part; mais avec le gros ou le moyen, il y a presque toujours dans les vases une certaine quantité de menu chargé à la pelle.

L'espace laissé vide dans les vases chargés varie donc à chaque instant, c'est-à-dire que le foisonnement d'un minerai donné n'a rien de constant; la charge moyenne d'un vase de capacité connue est une fonction de deux variables indépendantes, poids spécifique de la roche en place et foisonnement.

Pour fixer les idées, considérons d'abord exclusivement des minerais cassés à la masse (*ore spalled*) pour bocard ou cylindre broyeur, en fragments ayant environ la grosseur du poing. Dans ces conditions, le foisonnement paraît à peu près doubler le volume de la roche en place.

Ainsi on admet sur la plupart des mines d'étain que les 100 sacks de 12 gallons pèsent 9 à 10 tonnes; ces chiffres correspondent à 167, à 186 kilogrammes par hectolitre.

En multipliant ces nombres par 10 puis par 2, on aurait 3.340 à 3.720 kil. par mètre cube, soit environ 20 à 23 tonnes par toise cube en place.

Si l'on prend la moyenne des poids extrêmes indiqués dans le précédent tableau pour les minerais d'étain, on a $\frac{3980 + 3000}{2} =$

3490, dont 1/20 est 174k,5, soit un peu inférieur à $\frac{167+186}{2}=176^{k},5$; mais d'une part, 3.490 kil. par mètre cube ou 21 tonnes par fathom en place dépassent le poids moyen du pays, tandis que le poids des 100 sacks se rapproche plus souvent de 9 tonnes que de 10; on pourra s'arrêter aux valeurs suivantes :

Poids des 100 sacks, 9 tonnes; de l'hectolitre, 167 kil.

Poids de la toise cube, 20 tonnes; du mètre cube, 3.322 kil.; le foisonnement 2 donnera 166 kil. par hectolitre.

On admet souvent dans le Cornwall que l'abatage d'un pied cube donne un sack de minerai cassé.

Si le sack est de 12 gallons, le foisonnement répond à 1,985, soit environ 2; lorsque le sack est de 14 gallons, comme à Levant, il s'élèverait à 2,24 dans la même hypothèse.

Les vases reçoivent de gros fragments mêlés de menu qui occupe une partie des vides; l'hectolitre de vase peut charger un poids supérieur à celui d'un cube égal de minerai cassé, c'est-à-dire le foisonnement descendre au-dessous de deux. Par contre, la capacité du vase n'est pas entièrement utilisée, et surtout pour les kibbles on a soin de ne pas les remplir jusqu'aux bords, car le minerai serait projeté lors des secousses contre les parois inclinées du puits. Si l'on part du cube calculé et du vase supposé plein, on retombera donc souvent sur la charge moyenne en multipliant ce cube par la demi-densité de la roche en place.

Enfin un autre mode d'évaluation est encore en usage :

Le vase, benne ou wagon, étant mesuré en pieds cubes, sa charge est représentée par autant de quintaux, si le minerai est d'un bon poids; on a un peu plus ou un peu moins suivant les cas. Un cwt par pied cube équivaut à 179 kil. par hectolitre.

Voici une liste de poids spécifiques de minerais sortants :

Minerai		Localités.	Poids de l'hectolitre. kil.
De plomb.	(a)	Level Fawr. Lisburne mines Cardiganshire.	197
D'étain...	(b)	Barncoose. Carnbrea près Redruth.	175 à 195
Id....	(c)	Drakewalls près New-Bridge.	160 à 190
Id...	(d)	Levant-Saint-Just.	172
De plomb.	(e)	Trelawney près Liskeard.	179
D'étain...	(f)	Dolcoath-Camborne.	160 à 177
De cuivre.	(g)	Wheal Friendship. } Devonshire.	166
Id...	(h)	Devon Great Consols. } Devonshire.	166
Id...	(i)	West Wheal Seton.	150 à 160

(a) Galène en gros fragments, à la teneur de 20 à 25 p. 100 de

plomb, gangue de chaux carbonatée, un peu de schiste; poids déduit de la charge moyenne des wagons, de 4 hect. 1/2.

(*b*) Minerai d'étain riche à gangue de quartz et chlorite, abondance de mispickel, gros fragments. Le captain J. Daw estime à 13 cwts la charge du skip dont la capacité est voisine de 12 pieds cubes; le foisonnement supposé égal à 2, c'est, en place, 24 tonnes par fathom. J'ai admis le poids de 175 kil. pour le calcul de la charge moyenne.

(*c*) Circonstances ci-dessus décrites : le poids de 190 kil. répond à la charge indiquée par les agents de 760 kil. dans le grand kibble de 4 hectolitres; le foisonnement 2 répond à environ 165 kil.

(*d*) Minerai dense; mais par suite du peu de puissance des filons dans le district de Saint-Just, on produit peu de gros blocs; foisonnement supérieur à 2 : 179 kil. se déduisent de la charge moyenne de 11 cwts 1/4 = 571 kilos contenus dans le skip de 318 litres.

(*e*) Galène à la teneur d'environ 8 p. 100; mouches de blende, un peu de pyrites, gangue de quartz compacte et schiste endurci, chaux fluatée, fer carbonaté; wagon de 12 pieds cubes chargeant 12 cwts.

(*f*) La charge admise de 7 cwts = 355 kil. par kibble de 2 hectolitres donne le poids de 177 kil.; mais nous avons eu occasion de montrer que le kibble ne reçoit moyennement qu'un peu plus de 6 cwts; on peut prendre 160 kil. par hectolitre de vase.

(*g* et *h*) Le minerai de Devon-Consols, variable sur divers points du gîte, tient du mispickel, de la pyrite, du quartz, du spath fluor, du fer carbonaté, de l'argile; sauf à Anna-Maria, le schiste et le filon sont tendres; le gîte est puissant : on fait de gros blocs et pas mal de menu.

A Wheal-Friendship, la roche en place est plus dense, mais le filon est dur et on l'attaque directement; on fait peu de gros. Le foisonnement est supérieur à 2.

Outre les minerais utiles auxquels s'appliquent les nombres précédents, on a partout à extraire des roches stériles dont le poids variera de 110 à 135 kil. par hectolitre de vase.

En partant de ces données, j'ai été amené à admettre pour la charge moyenne un chiffre souvent inférieur à celui indiqué verbalement par les exploitants. Sans contester leur bonne foi, il est permis, à défaut de pesées directes, de suspecter parfois leur dire d'exagération. Dans les houillères, l'ouvrier est rétribué d'après le volume de ses produits et la mesure en est établie sur le nombre des vases extraits; l'exploitant a tout intérêt à bien connaître la capacité des vases et ne tend certainement pas à la supposer plus

grande qu'elle n'est réellement ; d'autre part, la vente de la houille à la tonne le fixe promptement sur le poids de l'hectolitre des houilles de diverses grosseurs et qualités; les renseignements sur l'extraction peuvent être obtenus avec une certaine exactitude et seront donnés sans exagération.

Ici au contraire l'ouvrier, en tâche ou en tribut, paye dans la plupart des mines un droit, sous le titre de *drawing charges*, pour l'extraction des matières qu'il abat; ce droit est fixé de diverses façons, mais fort souvent à un prix fait pour 100 vases de l'espèce employée sur la mine. Il ne couvre que rarement les frais réels de l'extraction; mais dans tous les cas l'exploitant n'a aucun intérêt à altérer, et n'en apporte que peu à bien faire l'évaluation de la charge; l'amour-propre aidant, il se plaît à indiquer la plus forte, celle qui répond au minerai riche.

NOTE B.

Sur l'extraction par manéges à chevaux.

L'extraction par chevaux est en usage sur les exploitations peu profondes ; elle est d'ailleurs assez mal entendue dans le Cornwall. Nous ne l'étudierons donc pas à titre d'exemple, mais seulement pour la comparer au point de vue économique avec celle par machine a vapeur. J'ai recueilli à cet égard des renseignements relatifs à trois mines : puits de Wheal-Metal, à Great-Wheal-Vor 1855, cinq puits à Wendron-Consols et deux puits à North-Downs en 1858.

Manéges ou baritels à chevaux (horse whims). — Les manéges sont partout très-simplement établis, en plein air et à proximité du puits ; on emploie généralement les tambours cylindriques et rarement des bobines horizontales, jamais de freins. Entre eux et le puits sont des portants avec cylindres pour soutenir les chaînes ou cordes. Les poulies sont petites ; très-souvent on obtient la différence de niveau des deux brins en installant sur une même charpente deux poulies inégales ; le diamètre de la petite est moitié de celui de la grande. Le chevalement est peu élevé.

Voici les dimensions principales du baritel de Wheal-Metal :

			pieds.	pouces.	mèt.
Tambour cylindrique à trois couronnes.	Diamètre		10	»	= 3,048
	Hauteur		5	»	= 1,524
Rayon ou bras du manége			21	»	= 6,400
Arbre en bois.	Diamètre		»	14	= 0,353
	Hauteur	du sol au bras	6	»	= 1,829
		du sol à la traverse supérieure	12	»	= 3,657
Poulies. — Diamètres.			2	»	= 0,609
			4	»	= 1,219
De la margelle du puits au centre des poulies			10	»	= 3,048
Équarrissage du bois des bras			»	8	= 0,203
Diamètre de la tige en fer portant le palonnier			»	2	= 0,051

Le diamètre du tambour est très-généralement de 10′, la longueur effective des bras d'environ 20′ = 6^m,10, ou de quatre fois le rayon d'enroulement; à North-Downs, le bras n'a que 17′ = 5^m,20.

On se sert au lieu de frein et pour les grandes profondeurs d'une lourde pierre armée d'un crochet dans lequel le gamin conducteur passe un anneau de chaîne vers la fin de la course. Le traînage de cette pierre sur le sol du manége atténue la poussée due au poids de la chaîne descendante.

Les chevaux étant menés au trot, un siége est suspendu au bras à côté du palonnier.

Un manége coûte 20 liv. = 500 francs et dure dix ans; on consomme pour le graissage du pivot et des tourillons de l'arbre et des poulies 1/2 livre = 0,227 kil. par semaine de graisse commune dite *antifriction grease*, au prix de 29^f,53 les 100 kil., soit par mois une dépense de 0^f,30 seulement.

Seaux en tôle (kibbles). — Les kibbles pour manéges sont réputés prendre une charge moyenne de 3 cwts, beaucoup ne reçoivent qu'une charge moindre.

	Poids	Charge moyenne.	Kibble plein environ.
Wendron	1 3/4 cwt = 90 kil.	3 cwts = 152	250 kil.
Wheal metal (*)	. . . .	2 1/2 = 127	»
North Downs	1 cwt = 50^k,7	2 cwts = 101	150 kil.

Au lieu d'une anse rigide, on se sert parfois pour suspendre le vase de deux bouts de chaîne, terminés par des crochets qui entrent dans les oreilles du kibble. Le coût de 100 kilos de kibble pour ma-

(*) A Fowey Consols, le kibble pour chevaux doit charger 2 cwts 1/2. En effet, on admet que 100 kibbles sont remplis par l'abatage de 6 pieds de galerie sur 7 pieds 1/2 de hauteur et 3 pieds 1/2 de largeur. Le volume de la roche en place est de 157 pieds cubes 1/2 = 4,457 mètres cubes, lequel, à la densité de 2,8, pèserait 12^t,488, soit 125 kil. ou 2 cwts 1/2 par horse kibble. On estime la charge du kibble élevé par machine à vapeur au double de la précédente, soit 5 cwts = 255 kil., et celle du kibble mû par roue hydraulique aux deux tiers de la dernière, soit 3 cwts 1/4 = 164 kil.

siége est un peu plus élevé que celui précédemment indiqué pour les vases de plus grandes dimensions.

Chaînes. — Les chaînes les plus usitées sont celles de 7/16″ et 1/2″; elles pèsent par 100 mètres 285 et 372 kil. et dépensent pour une même longueur usée, déduction faite des vieux matériaux, 177 et 211 francs.

Aux profondeurs de 120 à 130 mètres, et d'après le poids des kibbles, elles n'ont à supporter comme charge maxima que 1/9 à 1/10 de la charge de rupture. Sur quelques mines on emploie des cordes rondes en chanvre de 6″ à 7″ de circonférence, aussi lourdes et partant plus dispendieuses que les chaînes de 7/16″.

Travail des chevaux. — Les chevaux attelés aux manéges appartiennent soit aux exploitants, qui s'en servent aussi pour leurs charrois, soit le plus souvent à des fermiers du voisinage, qui, les travaux des champs exécutés, les louent avec le gamin conducteur.

Un seul cheval suffit pour les profondeurs de moins de 40 toises; au delà on en met deux. Ils sont conduits au trot et font un poste de 6 heures. Dans le Cornwall, on estime l'entretien annuel d'un cheval à la somme de 20 à 25 liv. = 500 à 625 francs, et l'on admet que le gain moyen des deux chevaux et du gamin peut s'élever à 6 sh. = 7f,50 pour le poste de 6 heures. Ce travail est rémunérateur pour les fermiers et leur convient parfaitement; en revanche les exploitants le trouvent irrégulier, même lorsqu'ils ont soin de s'arranger avec plusieurs propriétaires, car les besoins de ceux-ci et leurs loisirs se produisent simultanément.

L'extraction se fait à la tâche; on paye les chevaux d'après une échelle de prix fixés pour 100 kibbles et pour chaque niveau; il est évident que le tarif doit être pratiquement assez bien établi pour que le gain par poste de six heures puisse être indépendant de la profondeur à laquelle on extrait. Voici les conditions d'après lesquelles, sur les trois mines précitées, on règle le compte des entrepreneurs pour les chevaux et le conducteur compris.

Extraction à l'entreprise.

PROFONDEURS.		PRIX PAYÉS POUR 100 KIBBLES chargeant environ						COUT PAR TONNE extraite		
		15 tonnes à Wendron.		12,5 tonnes à Wheal Metal.		10 tonnes à North Downs.		à Wendron.	à Wheal Metal.	à North Downs.
toises.	mètres.	sh. d.	fr.	sh. d.	fr.	sh. d.	fr.	fr.	fr.	fr.
12 =	21,94	3 0	3,75	»	»	»	»	0,250	»	»
15 =	27,43									
20 =	36,57	4 0	5,00	4 0	5,00	»	»	0,333	0,400	»
22 =	40,23	4 6	5,62	»	»	»	»	0,374	»	»
25 =	45,72									
30 =	54,86	5 0	6,25	5 8	7,10	»	»	0,416	0,568	»
32 =	58,52	6 0	7,50	»	»	»	»	0,500	»	»
35 =	64,00									
40 =	73,15	6 6	8,12	7 4	9,15	»	»	0,541	0,732	»
50 =	91,44	8 0	10,00	9 0	11,25	7 6	9,375	0,666	0,800	0,937
60 =	109,73	9 6	11,87	10 8	13,35	9 0	11,250	0,791	1,068	1,125
70 =	128,07	»	»	12 4	15,40	10 6	13,125	»	1,232	1,312

L'échelle de Wendron suit à peu près une progression arithmétique dont la raison est 1 sh. 6 d. = 18 d. pour un accroissement de 10 toises dans la profondeur ; on peut le vérifier en passant du niveau de 15 toises à ceux de 25 et 35, et de celui de 20 toises aux autres multiples de 10. Il en est de même à North-Downs.

Mais à Wheal-Metal on prend pour base le prix de 4 sh. à 20 toises et l'on ajoute 2 d. pour chaque toise en sus : la raison par 10 toises est donc de 20 d. au lieu de 18, soit de 1/9 plus élevée.

Traduites en mesures françaises, ces deux valeurs représentent $1^f,026$ et $1^f,140$ pour chaque approfondissement de 10 mètres et pour 100 bennes extraites.

Il est possible d'établir une formule simple qui résume les tarifs précédents et donne en fonction de la hauteur (H) la dépense moyenne (X) en force motrice pour l'extraction d'une tonne.

Combinons les chiffres de Wendron et du Wheal-Metal, la charge du vase sera de 125 à 150 kil., soit 137,5 kil.

A 20 toises = 36,6 mètres, on donne moyennement $0^f,366$ par tonne, au delà les raisons par tonne et 10 mètres sont $0^f,0684$ et $0^f,0912$, soit par tonne et par mètre $0^f,00798$, ou plus simplement $0^f,008$.

On aura donc :

$$X = 0,366 + 0,008\,(H - 36,6),$$

ou bien

$$X = 0^f,008 . H + 0^f,073$$

Dans cette formule, H est exprimée en mètres; elle n'est applicable que pour H > 36,6. La tonne, élevée à 100 mètres, dépense 0f,873.

L'examen des principales circonstances dans lesquelles on fait travailler les chevaux suffit à montrer que l'effet utile obtenu ne saurait être que très-faible.

La vitesse moyenne des vases paraît être de 25 à 30 mètres par minute, et le rapport des rayons du manége à celui du tambour variant de 4,2 à 3,4, celle des chevaux est de 100 à 110 mètres par minute, ou de 1m,66 à 1m,83 par seconde, c'est-à-dire qu'on les mène à un trot de 6 à 6,6 kil. à l'heure; mais par suite de l'arrêt au déchargement, ils ne parcourent en six heures qu'une médiocre distance.

A Wendron, l'extraction de 50 kibbles par poste, d'une profondeur d'environ 70 mètres, suppose un trajet total de 14 kil.; à North-Downs, les chevaux font environ 24 kilomètres.

Quant aux efforts qu'ils ont à exercer aux diverses périodes de la course, rien de plus disparate.

On trouve en effet :

PROFONDEUR.		EFFORT PAR CHEVAL	
		au départ.	à l'arrivée.
	fath. mèt.	kil.	kil.
A Wendron. . . . . Chaîne, 7''/16.	20 = 36,57 (1 cheval).	+60,0	+12
	60 =109,73 (2 chevaux).	+57,0	—20
A North Downs. . . Chaîne, 1''/2.	70 =128,07 (2 chevaux).	+84,5	—55

L'excédant de poids de la chaîne descendante sur la charge du kibble amène une poussée, bien avant l'arrivée du vase, dès que l'on veut extraire au delà de 100 mètres. Comparons ces chiffres à ceux indiqués par M. Combes (t. III, pages 108 à 111). Il cite d'après M. Böbert l'exemple d'une mine de l'Erzgebirge, où deux chevaux travaillant également six heures ont en marche une vitesse de 1m,39 et exercent les efforts suivants :

	kil.	
Maximum	99,08	par cheval.
Minimum.	33,46	par cheval.
Moyen.	66,27	par cheval.

Le travail utile produit par un cheval s'élève à 13.160,23 k100 (kilogr. à 100 mètres).

M. Navier évalue l'effet moyen d'un cheval au manége à 45 kil.

avec une vitesse de $0^m,90$ et un travail utile de 11.668 k^{100} en huit heures.

Enfin il est admis généralement que le travail utile dépasse 10.000 k^{100}.

Dans le Cornwall, on reste bien au-dessous de cette valeur.

Ainsi à North-Downs, en partant du tarif indiqué plus haut et de l'hypothèse d'un gain moyen de 6 sh. par poste pour deux chevaux, on a pour l'extraction aux trois niveaux en activité :

Travail de deux chevaux.

NIVEAUX.		NOMBRE de kibbles extraits.	POIDS.	EFFET UTILE	
				total.	par cheval.
toises.	mètres.		tonnes.	K100	K100
50 ou	91	80	8,0	7.280	3.640
60	110	66	6,6	7.260	3.630
70	128	57	5,7	7.296	3.648

L'effet utile obtenu dépasse à peine *le tiers* de ce qu'on peut demander comme un minimum reçu. En voici les raisons : les chaînes sont beaucoup trop lourdes et le vase trop petit. L'effort au départ de $84^k,5$ (pour 128 mètres) par cheval, exige d'abord que les chevaux aillent au pas ; plus tard, malgré la lourde pierre substituée au frein, ils courent à toute vitesse sous une forte poussée ; leur travail ne saurait être productif. Les chaînes de 1/2″ et même de 7/16″ seraient assez fortes pour supporter un kibble chargeant 500 kil. et au delà, et laissant encore une légère traction ou une très-faible poussée, à l'arrivée, et en réduisant le diamètre du tambour, ou mieux en augmentant le bras du manége, on limiterait toujours convenablement l'effort initial. De cette façon on ne serait pas comme aujourd'hui obligé de conduire au trot, et l'on gagnerait en force plus qu'on ne perdrait en vitesse. L'extraction se trouvant accrue pendant le poste de six heures, on économiserait non-seulement sur la force motrice, mais aussi sur les frais de main-d'œuvre aux recettes, car le chargeur peut manipuler un poids plus grand qu'il n'a ordinairement à le faire dans les conditions actuelles.

Sous ce dernier rapport il pourrait y avoir avantage, lorsque l'extraction n'est pas continue, à faire des postes de huit heures. Un filler chargerait alors 12 à 14 tonnes, et si le manége était bien disposé, les deux chevaux les élèveraient au besoin d'une profondeur supérieure à 100 mètres. On voit cependant ici que le charge-

ment à bras est, comme dans le cas des machines à vapeur et des grandes profondeurs, rapidement dépassé par la puissance des moteurs, en d'autres termes limite la production d'un puits. A 100 mètres, par exemple, l'effet utile du cheval deviendrait 6000 à 7000 K^{los}, supérieur à celui qu'on obtient aujourd'hui, mais inférieur toutefois à ce qu'il pourrait être.

Coût de l'extraction par chevaux.

1° *A Wendron.* — En juillet 1858, l'extraction a été faite par des chevaux appartenant les uns à cinq entrepreneurs, les autres à la mine; elle a eu lieu par cinq manéges et n'a été active qu'au puits principal, *Hill's shaft.* Voici le relevé des registres.

PUITS.	IVEAUX	KIBBLES EXTRAITS par les entrepreneurs. Détail.	Totaux.	par la mine. Détail.	Totaux.	Totaux par puits.	Kibbles évalués en tonnes.
	toises.						tonnes.
Engine Shaft..	25 35	489 145	634	»	»	634	95,1
Hurler's.....	22 32	210 716	926	34	34	960	144,0
Sleeman's...	25 35	[illegible] 662	1.158	60	60	1.218	183,2
Richard's....	20	139	139	»	»	139	20,8
Hill's......	20 30 40 50 60	271 498 630 1.168 975	3.542	54 325 320 347 58	1.104	4.656	698,4
Totaux généraux...		6.409	+	1.198	=	7.607	1.141,5

Les entrepreneurs ont reçu d'après le tarif 20 liv. 1 sh. 3 d. = 501f,55 pour l'extraction de 6.409 kibbles, ce qui répond à une moyenne de 6 sh. 3 d. par 100 kibbles et à un niveau moyen de 37 toises 1/2 = 68,58 mètres.

Admettons les mêmes conditions pour les chevaux de la mine, ils auraient gagné 93f,96. La dépense totale en force motrice s'est élevée à 595f,51.

On peut prendre en nombre rond une extraction de 1.140 t. (*) de 70 mètres de profondeur au prix de 600 francs.

(*) L'évaluation des kibbles en tonnes est fondée sur une charge moyenne de 3 cwts par kibble de 1 hectolitre; les agents indiquent une charge plus forte, mais

Les ouvriers aux recettes sont, pour le chargement, cinq jeunes gens payés 2 liv. 4 sh. = 55 francs par mois, pour le déchargement cinq hommes recevant chacun 2 liv. 12 sh. = 65 francs. Ils ne sont pas attachés spécialement à chaque puits, mais vont de l'un à l'autre selon les besoins.

En trente jours effectifs de travail, ils ont manipulé 1.140 tonnes, soit par jour une moyenne de 38 tonnes, ou par homme de 7t,6 seulement. Ce chiffre correspond à environ 50 kibbles chargés. Le puits Hill a extrait à lui seul 23,3 tonnes par vingt-quatre heures, ou 155 kibbles.

Dans le tableau suivant, j'ai groupé les dépenses d'après l'ordre adopté antérieurement.

Dépenses de l'extraction à Wendron en juillet 1858.

NATURE DES DÉPENSES.		1.140 tonnes élevées de 70 mètres.	PAR TONNE ÉLEVÉE à 70 mètres.		PAR TONNE ÉLEVÉE à 100 mètres.		Répartition. Total = 100.
		fr.	fr.		fr.		
5. Puits, 57f,00	Chaînes, 7/16 pouce. . .	37,00	0,033	0,051	0,047	0,072	4,5
	Kibbles.	20,00	0,018		0,025		
	Entretien des puits. . .	(mémoire)	»		»		
5. Manéges, 626f,65	Chevaux et conducteurs.	600,00	0,526	0,549	0,752	0,785	49,0
	Amortissement et réparations, graissage, 1f,65.	26,65	0,023		0,033		
Recettes, 600f,00	Chargement.	275,00	0,241	0,526	0,344	0,751	46,5
	Déchargement.	325,00	0,285		0,407		
Totaux.		1.283,65		1,126		1,608	100,0

Les frais d'extraction d'une tonne élevée de 70 mètres montent à 1f,126, soit 10 d. pour 38 fathoms. Le coût de T^{100} atteint 1f,608.

2° *A North-Downs.* On extrait irrégulièrement de deux puits et

outre les motifs développés note A, on trouve dans les comptes des drawing charges une vérification approchée du poids de 3 cwts.

Les ouvriers payent 3 sh. par 100 sacks pour l'extraction; le sack est de 11 gallons ou 50 litres; les 100 sacks pèsent au plus 9 tonnes. On a porté :

	liv.	sh.	d.	
Pour les tributors.	7	0	1	
Pour les tutmen.	10	9	4	
Total.	17	9	5	= 349 sh. 5 d.

qui représentent 116 cent sacks ou 1.044 tonnes de minerai mesuré après cassage et triage. Cette opération aurait déterminé le rejet au stérile d'environ 100 tonnes de roches : hypothèse très-admissible.

par entrepreneurs. Les niveaux sont dénommés 10, 20 et 30 toises sous l'adit de 40 toises.

J'ai réuni le travail des mois de juillet et d'août 1858. On a extrait :

NIVEAUX.	KIBBLES EXTRAITS.		
	Juillet.	Août.	Totaux.
toises.			
50	259	287	546
60	316	443	759
70	789	1.041	1.830
Totaux. . . .	1.364	1.771	3.135 (*)

(*) Sur ces 3.150 kibbles, 663 seulement contiennent du minerai utile (*ore stuff*); le reste des matières élevées était stérile. La charge moyenne des kibbles est de 2 cwts, soit 100 kil.

Dix kibbles chargeant une tonne, on déduit de ce relevé une extraction de 313^t,5 d'un niveau moyen de 117^m,2 (= 64,09 toises). On a payé pour les chevaux 162^f,90 + 213 fr. = 375^f,90. On emploie un filler et un lander gagnant chacun 2 liv. 15 sh. = 61^f,75 par mois, et occupés aux recettes partie du temps seulement.

Dans ces conditions, le coût de l'extraction d'une tonne du niveau de 117^m,20 a été de 2^f,155, ainsi répartis :

	fr.		
Chaînes et kibbles.	0,060	soit p. 100. . .	3
Chevaux et conducteurs.	1,199	. . . .	57
Manéges, graissage.	0,020		
Chargement et déchargement. . . .	0,876	. . . .	40
Totaux.	2,155	. . . .	100

Rapportés à T^{100}, ces chiffres donnent pour la force motrice une dépense de 1^f,023 et pour frais totaux 1^f,839.

On peut établir d'intéressantes comparaisons entre les éléments de la dépense aux manéges et ceux analogues aux machines à vapeur.

Nous avons vu que le moteur dépense sur les grandes mines 0^f,18 à 0^f,22 par tonne et 100 mètres (T^{100}); ici les frais sont de 0^f,785 à 1^f,203, soit de quatre à cinq fois plus élevés.

Par la mauvaise utilisation des receveurs, au lieu de 0^f.45 à 0^f,50 par tonne, les recettes coûtent 0^f,751 à 0^f,876.

Essayons d'établir l'avantage qu'il y aurait à substituer la vapeur aux chevaux dans des conditions données, et telles évidemment que

le travail des chevaux soit supposé très-onéreux, et qui plus est insuffisant.

Actuellement, à des profondeurs de 110 à 130 mètres, on n'extraierait, dans le Cornwall, guère plus de 30 tonnes par puits en vingt-quatre heures, soit 800 à 900 tonnes par mois : admettons qu'il soit reconnu opportun de produire 900 à 1000 tonnes aux mêmes profondeurs en recourant à cet effet à une machine de 18" à 20", voici ce que serait environ dans les deux systèmes le

COUT DE T100			
par manége à chevaux.		par machine à vapeur.	
	fr.		fr.
Chaines et kibbles........	0,070	Chaines et kibbles........	0,07
Chevaux et conducteurs....	0,873	Houille à 20 fr...........	0,13
Entretien du manége, graissage..............	0,015	Graissage, etc...........	0,02
		Mecaniciens.............	0,22
Chargement et déchargement.	0,500	Amortissement..........	0,11
		Chargement et déchargement. .	0,45
Coût de T100......	1,458	....	1,00

Le bénéfice dû à l'emploi de la vapeur pourrait atteindre plusieurs centaines de francs par mois ; mais on aurait à débourser 20.000 à 25.000 francs pour achat et installation du matériel.

J'ai dû admettre le cas, favorable aux deux procédés, du travail actif et continu, car en dehors de cette hypothèse, aucune comparaison n'a de sens à un point de vue général.

On a avancé que l'introduction de la vapeur avait abaissé de plus de moitié les dépenses de l'extraction ; je pourrais mettre en regard les valeurs de T100 pour 1861 à Dolcoath et pour 1858 à North-Downs, soit 0f,35 et 1f,84, dont le rapport est de 1 à 5,6 ; mais de semblables rapprochements n'ont qu'un pur intérêt de curiosité. Avant de jeter bas un manége et de construire une machine, il n'en faudra pas moins consulter le présent et estimer les chances de l'avenir.

Note C.

Sur un moyen de développer l'extraction indépendamment de la profondeur.

Nous avons reconnu que la production d'un puits de 500 mètres atteignait 10.000 tonnes par an avec le vieux système des kibbles, et 24 000 tonnes par l'emploi des skips.

Ce dernier maximum répond à des travaux étendus au voisinage du puits, et les cas seront toujours rares où l'on pourrait désirer le dépasser. Toutefois, dans un avenir sans doute peu éloigné, telles mines du Cornwall auront à extraire 50.000 à 60.000 tonnes d'un niveau moyen de 500 mètres et au delà; par les meilleurs procédés aujourd'hui en usage, elles recourront à plusieurs puits et devront supporter des frais élevés par tonne extraite; elles pourront alors avoir intérêt à apporter dans tout l'ensemble de la méthode de profondes modifications.

J'essayerai de présenter quelques suggestions à cet égard.

Le vice général, commun aux procédés d'extraction, est le mauvais emploi de la force motrice, se traduisant en une forte consommation de combustible; le vice spécial au Cornwall est la nécessité du transvasement aux recettes intérieures, par suite de l'impossibilité d'établir un roulage régulier entre ces points et les chantiers; le chargement à bras, d'un vase qui n'abandonne pas le puits, limite la production.

Si l'on réussit à économiser une forte proportion de houille, et à disposer les vases et les guides de manière à occuper aux recettes autant de chargeurs que l'on voudra, on pourra, sans accroître le total des dépenses, relier à un puits d'extraction un plus grand nombre de chantiers par des percements faits dans ce but et accroître d'autant sa production.

Le seul mode susceptible d'élever le *duty* est de remplacer les chaînes ou câbles par des tiges animées d'un mouvement alternatif et dont le poids est à peu près balancé.

Des appareils fondés sur ce principe, ceux construits par M. Méhu n'ont pas réussi, ceux proposés par d'autres ingénieurs n'ont pas été exécutés. Leurs avantages et leurs inconvénients ont été décrits, mais la question reste entière.

Sans entrer ici dans les détails d'un projet, je chercherai à indiquer dans quel sens des machines de cette espèce me semble-

raient devoir être conçues pour satisfaire au désidératum ci-dessus exprimé.

Je prends le cas d'un puits de 200 fathoms ou 370 mètres et d'une productiou annuelle de 50.000 tonnes.

Le puits a deux voies pour skips, l'une montante, l'autre descendante. Entre elles se meut une tige guidée analogue à celle des Man-Engines (*). La course effective a 10 toises; chaque vase est armé d'une sorte de parachute simplement construit, et au terme de l'oscillation reste suspendu à la voie.

La tige, en s'élevant, soulève tous les skips montants et leur fait franchir 10 toises, puis elle les abandonne et s'empare des vases vides espacés sur l'autre voie et les fait descendre d'autant.

Sur 200 toises de hauteur, chaque voie porte 20 skips.

Le skip tout armé, bâti en acier, pèse 500 kil. et en charge 600; les 20 skips pleins pèsent 18 tonnes, les vides 6 tonnes. La tige en bois de Norwége, de 12" d'équarrissage, pèse complète avec ses ferrures 65 à 70 tonnes; elle est balancée par parties au moyen de contre-poids circulant dans les cheminées les plus voisines du puits, et reliés à elle par chaînes et poulies.

L'excursion simple de 10 toises ou 60 pieds se fait en une minute, ce qui répond à la vitesse assez faible de $1' = 0^m,305$ par seconde; l'arrêt est de quatre minutes; un skip se présente toutes les six minutes. On extrait 240 skips ou 184 tonnes de minerai en vingt-quatre heures, soit par année de 300 jours 55.200 tonnes ou 50.000 tonnes.

D'après le choix de 10 toises pour la longueur de l'excursion, les points d'arrêt sont placés en regard des galeries de niveau ; le mécanisme, taquets et autres pièces peuvent être soumis à une surveillance assidue.

Lorsqu'on extrait à un niveau, le skip vide arrivant en bas est enlevé par les chargeurs, et un vase plein est en même temps introduit sur la voie montante. Cinq ouvriers sont présents par poste de huit heures. Au jour, la bouche du puits est libre de tout appareil moteur; deux receveurs par poste suffisent largement pour la manœuvre.

Le poids à soulever est d'environ 20 tonnes, sans compter les résistances passives ; à la descente on a 6 à 8 tonnes travaillant dans

(*) Depuis 1858, de nouveaux Man-Engines ont été construits dans le Cornwall, à Kook's Kitchen, Carnbrea et Par Consols qui, joints à ceux des United, de Fowey, Levant et Dolcoath, portent à sept le nombre de ces appareils actuellement en fonction. Sur quelques mines, en revanche, on a commencé à extraire les ouvriers par le skip, procédé évidemment dangereux dans les conditions du pays.

le sens de l'effet utile et dont le mouvement doit évidemment être recueilli par le moteur.

Le duty des pompes est en moyenne de 55; mais pour beaucoup de machines dépasse 60 et même 70; admettons que tout l'ensemble de l'appareil conduise à un duty de 40, inférieur à celui des bocards, où cependant le frottement ne fait pas défaut. Le duty de 40 répond à environ 1.100 k^{los} ou 1,1 tonne élevée à 100 mètres par la combustion de 1 kil. de houille. Pour porter 50.000 à 370 mètres, on brûlera 168 tonnes de houille par année; élevons ce chiffre à 200 tonnes.

Le moteur est établi dans des conditions analogues à celle des appareils hydrauliques de M. Armstrong: une machine à vapeur de 18″ de diamètre et 5′ de course refoule l'eau sous un accumulateur. Le récepteur, plus ou moins semblable aux monte-charges (*hoists*) ou aux grues (*cranes*), après avoir soulevé la tige et les skips pleins, renvoie à la descente l'eau de son cylindre sous un second accumulateur moins chargé que le premier et sous lequel les pompes viennent la reprendre pour lui rendre la pression nécessaire.

Dans de pareilles conditions, les chiffres suivants donneraient sans doute une limite supérieure pour les frais spéciaux, soit par an, soit par tonne extraite.

NATURE DES DÉPENSES.		FRAIS SPÉCIAUX		
		par année.		par tonne extraite à 370 mètres.
		fr.		fr.
Au puits. . . .	Vases.	3.000	13.000	0,26
	Entretien des vases, tige et appareils.	10.000		
A la machine.	Houille, 200 tonnes à 20 francs. . .	4.000	10.400	0,21
	Graissage et divers.	3.000		
	Mecaniciens, aides.	3.400		
Aux recettes.	21 ouvriers à 75 francs l'un, par mois = 18.900 francs.	20.000	20.000	0,40
	Totaux.		43.400	0,87

Aujourd'hui, pour la profondeur moyenne de 330 mètres, j'ai admis que le coût par tonne était de $1^f,50$; il descendrait difficilement à $1^f,25$ par les meilleures dispositions.

La dépense totale d'extraction pour 50.000 tonnes à 370 mètres dépasserait 62.500 francs dans les conditions actuelles. L'appareil

proposé économiserait annuellement 20.000 francs, et l'excédant des frais de premier établissement serait rapidement couvert.

J'ai pris pour exemple la profondeur de 200 toises rencontrée dans beaucoup de mines du Cornwall; mais si une tentative de ce genre réussissait, l'utilité de ces appareils ressortirait bien plus encore pour les profondeurs maxima de 600 mètres et au delà. Les ingénieurs du pays, très-expérimentés dans l'installation des tiges oscillantes de pompes ou de man-engines, pourraient mieux que d'autres peut-être démontrer que ce mode de transmission, excellent en théorie, est applicable avec succès à l'extraction. Perfectionnés plus tard, ramenés au conditions de verticalité et d'activité supérieure, exigées par les houillères, leurs appareils seraient imités par elles, et leurs collègues du nord de l'Angleterre, qui aujourd'hui les pressent d'importer les cages guidées et les câbles en fer, seraient peut-être heureux à leur tour de trouver dans le Cornwall d'utiles sujets d'étude.

MÉMOIRE

SUR L'EXÉCUTION DES TERRASSEMENTS DE LA LIGNE DE BUSIGNY A SOMAIN.

Par M. A. BERNARD, élève breveté de l'École des mines, chef de la section belge du chemin de fer du Nord.

Exposé. — La ligne de Busigny à Somain sert à relier les deux lignes principales du Nord allant à la frontière belge, l'une par Douai et Blanc-Misseron, l'autre par Saint-Quentin et Erquelines.

Le parcours de la ligne se fait à travers un pays assez accidenté, ce qui, ajouté à la condition imposée au profil de n'avoir que des rampes de $0^m,003$ au plus dans la direction de Somain à Busigny, a donné lieu à des terrassements considérables. En effet, leur cube total monte à 3.227.281 mètres cubes, et la ligne ayant une longueur de 48.948 mètres, cela donne un cube de $65^{m^3},93$ par mètre courant.

Outre ce cube moyen assez considérable, l'exécution de la ligne a nécessité le percement de grandes tranchées dont nous citerons les principales :

	mètres.
Tranchée de Fontaine-au-Pire, cubant. . . .	538.000
Grande tranchée de Cambrai, cubant. . . .	525.000
Tranchée de Thun-Saint-Martin, cubant. . .	415.000

Néanmoins, ces terrassements ont été exécutés avec une très-grande rapidité.

On conçoit donc que des détails sur leur exécution peuvent présenter quelque intérêt.

Tracé. — Le tracé se sépare de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines environ à 2 kilomètres de la station de Busigny et passant par Cambrai, va se relier à Somain avec l'autre ligne.

Le tracé présente beaucoup de courbes :

	mètres.
La longueur totale des alignements droits est de. . . .	32.646,00
La longueur totale des courbes est de.	16.302,00
La longueur totale de la ligne est de..	48.948,00
Le rapport de la longueur des droites à la longueur totale est de..	0,67
Le rapport de la longueur des courbes à la longueur totale est de..	0,33

Les courbes sont en général à grands rayons variant entre 1.000 et 2.000 mètres, sauf deux courbes de 800 mètres de rayon et une de 700 mètres aux abords de Cambrai.

Profil en long. — Le terrain traversé par la ligne est fort accidenté ; de Busigny, il descend presque uniformément jusqu'à Somain tout en faisant de fortes ondulations.

	mètres.
La cote du point de départ est.	141,79
La cote du point d'arrivée est.	33,21
La différence de niveau est donc de. . . .	108,58

L'adoption d'un maximum de rampes de $0^m,003$ dans la direction de Somain à Busigny eut pour conséquence une augmentation considérable des terrassements en ne permettant pas la compensation des déblais et des remblais. En outre, trois stations durent être établies sur des paliers-pentes de $0^m,001$ et de 400 mètres de longueur.

Les chiffres suivants montrent quelle influence eut, sur l'augmentation des terrassements, l'adoption de cette rampe maxima de $0^m,003$:

	mètres.
Cube des emprunts.	315.410,00
Cube des dépôts.	809.978,00
Cube total.	3.227.281,00
Rapport du cube des emprunts au cube total.	0,10
Rapport du cube des dépôts au cube total. . .	0,25

Nature des terrains. — Les terrains traversés par la ligne se composent d'argiles diverses paraissant appartenir aux terrains tertiaires inférieurs et de marnes se rattachant à la formation des terrains crétacés supérieurs.

Coupe géologique des terrains traversés.

Terrains tertiaires inférieurs.		0,90	Argile à briques. . . .	Argile un peu grasse, rougeâtre.
	0m.90	×	—	—
		5,70	Argile sableuse.	Argile maigre, jaunâtre, se transformant quelquefois en glaise sableuse.
	6m,60	×	—	—
		2,23	Sable argileux à silex.	Sable gras, vert ou gris.
	8m,85	×	—	—
Terrains crétacés supérieurs.		7,75	Marne.	Tendre, blanche, très-gélive.
	16m.60	×	—	—
		3,55	Craie sans silex. . . .	Couleur grise, un peu gélive.
	20m,15	×	—	—
			Craie avec silex. . . .	Couleur grise, un peu gélive.

Sur les deux tiers de la ligne, à partir de Busigny, les deux premières couches prédominent et forment la presque totalité des déblais; dans le dernier tiers, elles deviennent très-faibles ou disparaissent, et les déblais sont presque exclusivement dans le sable argileux et la marne. Il n'y a pas eu de déblai dans les deux dernières couches.

Les deux premières couches qui constituent la plus grande partie des déblais se travaillent au louchet; on est forcé d'employer le pic pour le déblai du sable argileux et de la marne.

Matériel. — Les outils employés dans le déblai sont : le louchet, la pelle, le pic et la pioche; il n'a pas été fait usage de la poudre.

On a employé pour les transports la brouette, le tombe-

reau et le wagon. Nous n'avons rien de particulier à dire sur les transports à la brouette et au tombereau qui sont du reste peu considérables, et nous passerons de suite aux transports par wagon.

Voies. — Les voies qui ont servi aux terrassements étaient en rails de 30 kil. à double champignon de 4^{m},50 de longueur. Ces rails et les traverses sabotées nécessaires provenaient de la substitution sur les autres lignes et ont été prêtés par la compagnie aux entrepreneurs.

Changements de voie et croisements. — On employa trois sortes de changements de voies (Pl. VIII) :

1° Les changements avec croisement à cœur;

2° Les changements avec croisement formé de deux rails mobiles entretoisés se manœuvrant à la pince ou avec des leviers;

3° Les changements avec croisement formé d'une simple aiguille fixée en son milieu et pouvant prendre à volonté deux directions.

Dans tous les cas, les aiguilles des changements étaient formées de deux rails entretoisés se manœuvrant à la pince ou avec des leviers.

Le premier système fut le plus employé et est le plus commode, car il n'exige qu'une manœuvre, celle de l'aiguille, et est d'un déplacement facile par suite de la précaution que l'on prenait de donner à l'aiguille une longueur de rail et au croisement une demi-longueur.

Le deuxième système fut moins employé; il est aussi avantageux que le premier sous le rapport de la facilité de déplacement; mais il exige deux manœuvres, l'une pour l'aiguille, l'autre pour le croisement.

Le troisième système fut très-peu employé, parce qu'il présente le même inconvénient, et en outre le rail unique formant le croisement est peu stable.

On employa une seule traversée de voies; elle servit à

l'exécution des glacis faits aux abords de la place de Bouchain.

Wagons. — La plus grande partie des terres a été transportée au wagon. Le cube ainsi transporté représente les 84/100 du cube total (Pl. VIII).

Les entrepreneurs commencèrent les travaux avec des wagons vieux qu'ils possédaient ou qu'ils achetèrent dans ce but, mais cela ne suffit pas, et ils durent en construire un assez grand nombre de neufs.

Tous ces wagons peuvent se diviser en six types bien distincts :

Premier type, wagons vieux venant de MM. Forlel et Quesnot, entrepreneurs de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines.

Caisse basculant par l'intermédiaire de deux ou trois points d'appui sur un pivot en bois; échantignolles non mobiles, le wagon se transformant en wagon de côté par l'addition de faux tampons et le déplacement des boîtes à graisse sur le train; train formé de deux longerons et trois traverses, roues en fonte de différents diamètres.

Deuxième type, wagons vieux venant de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines.

Caisse basculant sur essieu en bois mobile fixé à la caisse; échantignolles pouvant être déplacées pour transformer le wagon en wagon de côté; train composé de deux longerons et trois traverses, roues généralement en fer et fonte et de 0m,70 de diamètre.

Troisième type, wagons vieux venant de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines.

Caisse basculant sur deux ou trois consoles en fonte; point d'échantignolles, chandelles isolées pour soutenir l'arrière de la caisse ou chandelles jumelles formées d'une seule pièce de bois; retournement pour décharge de côté par déplacement des consoles et des chandelles; train formé de

deux longerons et trois traverses, roues en fonte de différents diamètres.

Quatrième type, dit de M. Guillon, wagons vieux venant de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines.

Caisse basculant sur deux consoles en fer et fonte ; échantignolles pouvant se déplacer pour la transformation du wagon en wagon de côté ; train formé de deux longerons et deux traverses reliés par une croix de Saint-André, roues en fonte de $0^{m},70$ de diamètre.

Les wagons de ce type ont été exclusivement employés aux terrassements de la partie de la ligne comprise entre Busigny et Audencourt. Entrepreneur, M. Fouchard.

Cinquième type, dit de M. Bellisson, wagons neufs construits par M. Bellisson, sous-traitant de la tranchée de Thun-Saint-Martin.

Caisse basculant sur deux consoles en fonte ; échantignolles pouvant se déplacer pour la décharge de côté ; train formé de deux longerons et trois traverses ; roues en fonte de $0^{m},55$ de diamètre.

Ces wagons ont été employés exclusivement dans les tranchées de Thun-Saint-Martin et de Fontaine-au-Pire.

Sixième type, dit de M. Clausse, wagons neufs construits par M. Clausse, pour les terrassements des deux tranchées de Cambrai.

Caisse basculant sur deux consoles en fonte et fer ; échantignolles pouvant se déplacer pour la décharge de côté ; train formé de deux longerons et trois traverses ; roues en fonte de $0^{m},65$ de diamètre.

Discussion des différents types de wagons. — Voyons quels sont les avantages et les inconvénients de chacun de ces types.

Nous ferons remarquer d'abord que nous avons classé les wagons d'après le mode de bascule de la caisse et non d'après le diamètre des roues qui peuvent par un simple remplacement varier à l'infini : nous dirons seulement que l'ex-

périence a démontré que des roues de 0m,60 à 0m,65 de diamètre étaient ce qu'il y avait de préférable pour les wagons et pour les travaux dont nous nous occupons.

Les wagons du premier type ont de graves inconvénients. La caisse bascule péniblement, et quand le wagon est debout, la décharge est incomplète. En outre, ils sont mal conçus pour la décharge de côté, car les échantignolles ne pouvant se déplacer, on est forcé, si l'on veut les retourner, de mettre de faux tampons et de déplacer les boîtes à graisse pour les appliquer sur les traverses, ce qui affaiblit les traverses et charge le train d'un poids inutile.

Les wagons du type n° 2 ont aussi l'inconvénient d'avoir une caisse basculant sur essieux en bois; mais ils sont, du reste, mieux conçus, et peuvent se transformer facilement en wagons de côté par le retournement des échantignolles sur le train.

Les wagons du type n° 3 basculent bien, ils se retournent facilement, mais ils ont l'inconvénient grave de n'avoir pas d'échantignolles; ce qui force de donner aux longerons et aux traverses un très-fort équarrissage dans la prévision de la décharge de côté; encore ces pièces se rompent-elles souvent.

Les wagons du type n° 4 sont supérieurs aux précédents; ils basculent bien, se retournent facilement; mais il vaudrait mieux remplacer les consoles en fer et fonte par des consoles en fonte comme celles du types n° 5, dont le remplacement et l'ajustage sont plus simples et plus faciles, et dont le prix est moindre.

Les wagons du type n° 5 ont tous les avantages des premiers sans en avoir les inconvénients; ils basculent bien sur deux consoles en fonte peu chères et d'un ajustage facile, et se retournent facilement par le simple déplacement des échantignolles.

On s'est proposé en construisant les wagons du type n° 6 de leur donner une plus grande capacité et aussi une plus

grande solidité, en vue de leur traction par machines. Cela eut pour résultat de donner à ces wagons une hauteur sur rail plus grande que d'ordinaire, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant, et de rendre ainsi la charge de bas en haut très-pénible.

Tableau des hauteurs de différents wagons au-dessus du rail.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Types.	Diamètre des roues.	Hauteur de la caisse.	Distance entre la caisse et le train.	Hauteur du train sur le rail.	Hauteur totale sur le rail.
		m.	m.	m.	m.	m.
Wagons F et Q (*) n° 346.	1	0,55	0,89	0,61	0,5[illegible]	2,06
Wagons F et Q n° 224.	2	0,70	1,00	0,53	0,62	2.15
Wagons F et Q	»	3	0.55	0,98	0,50	0,54	2,0[illegible]
Wagons Fouchard . . . »	4	0,70	0,81	0,57	0.61	2,02
Wagons Bellisson . . . »	5	0.55	0.91	0,56	0,56	2,03
Wagons Giroux . . . . »	5	0,55	0,89	0,56	0,55	2,00
Wagons Clausse . . . . »	6	0,[illegible]6	1,02	0,61	0,66	2,[illegible]

(*) F et Q, marque des premiers propriétaires, MM. Foriel et Quesnot.

Hâtons-nous de dire cependant que cela ne constitue pas à nos yeux un défaut très grave, puisque la presque totalité des terres, dans l'exécution d'une tranchée, se charge de haut en bas; mais on fit, dans la construction de ces wagons, une faute bien plus grave : on augmenta la capacité des wagons et leur poids, et on laissa aux essieux les dimensions anciennes. Cette faute fut encore aggravée par le rapprochement inusité des consoles de l'avant du train, qui fit que presque tout le poids du wagon se trouva porté sur l'avant.

On voit en effet par le tableau suivant, que la distance des consoles à l'essieu d'avant, est généralement égale au 1/3 de la distance totale des essieux tandis que dans le wagon Clausse, elle descend jusqu'au cinquième, ce qui amène sur l'essieu d'avant une surcharge énorme.

Tableau des positions relatives des consoles et des essieux.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Types.	DISTANCE entre l'essieu arrière et les consoles	entre les consoles et l'essieu avant.	totale entre essieux.	RAPPORT de la distance des consoles à l'essieu avant à la distance totale.
		m.	m.	m.	m.
Wagons F et Q. . . . . n° 346.	1	0,57	0,33	0.90	0,37
Wagons F et Q. . . . . n° 224.	2	0,61	0,29	0,90	0,30
Wagons F et Q. . . . . »	3	0,63	0,32	0,95	0,34
Wagons Fouchard. . . »	4	0,58	0,32	0,90	0,36
Wagons Bellisson. . . »	5	0,62	0,32	0,94	0,34
Wagons Giroux. . . . »	5	0,71	0,36	1,06	0,30
Wagons Clausse. . . . »	6	0,72	0,17	0,89	0,19

Aussi à peine le travaux furent-ils commencés (novembre 1856) que l'on constata la rupture d'un grand nombre d'essieux, presque tous essieux d'avant. On attribua d'abord ces ruptures qui avaient toutes lieu au calage, à la malfaçon et à la mauvaise nature du fer, et l'on apporta plus de soin dans leur fabrication ; mais les ruptures continuant, on dut reconnaître enfin que les essieux d'avant étaient trop faibles, et on les remplaça tous par des essieux plus forts, mais en laissant à l'arrière les anciens essieux. On renforça les essieux, non-seulement au calage, mais encore dans la partie comprise entre les deux roues, car on avait observé que les essieux se faussaient souvent en ce point (8 mars 1857).

Néanmoins, les ruptures ne cessèrent pas, et du 8 mars 1857 au 9 février 1858, fin du chantier, les rapports constatent la rupture de 121 essieux pour 148 wagons employés et 338 jours de travail, tant essieux du nouveau que de l'ancien modèle.

Il est intéressant de voir quel est le travail du fer dans les deux modèles d'essieux du wagon Clausse et de le comparer avec le travail du fer dans les essieux des autres wagons.

On peut considérer un essieu comme un solide posé sur deux points d'appui situés à l'emplacement des boîtes à

graisse, et soumis à deux forces agissant aux points de calage des roues; la formule d'équarrissage est donc :

$$P = \frac{I \cdot R}{V\left(\frac{a}{2} - m\right)}.$$

P, l'une des forces agissant aux points de calage;
I, le moment d'inertie du solide;
R, l'effort longitudinal maximum par unité de surface;
V, la distance de l'axe neutre aux fibres extrêmes;
a, la longueur du solide;
m, la distance du point d'application d'une des forces P au milieu du solide.

Le solide étant un cylindre, le moment d'inertie est $1/4\ \pi V^4$, la distance $\frac{a}{2} - m$ est constante et égale $0^m,14$ pour tous les wagons; en remplaçant dans la formule et prenant R pour inconnue, on a :

$$R = \frac{P \times 4^m,48}{3.1416\, d^3},$$

et en résolvant l'équation par rapport à R on trouve les valeurs consignées dans le tableau suivant :

Tableau des efforts maximum dans les essieux des divers wagons.

Numéros des types.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	Charge totale des essieux.	Charge de l'essieu avant.	Portées des essieux.	DIAMÈTRE au calage.	DIAMÈTRE à la fusée.	VALEURS de R.
		k.	k.	m.	m.	m.	k.
1	Wagons F et Q. . . . n° 346.	5.900	3.578	0,14	0,075	0,055	6.047.000
2	Wagons F et Q. . . . n° 224.	6.000	4.089	0,14	0,080	0,060	5.682.000
3	Wagons F et Q. . . . »	5.700	3.614	0,14	0,075	0,055	6.108.000
4	Wagons Fouchard. . »	5.521	3.397	0,14	0,075	0,055	5.744.000
5	Wagons Bellison. . . »	5.856	3.698	0,14	0,075	0,055	6.750.000
5	Wagons Giroux.. . . »	5.674	3.599	0,14	0,075	0,055	6.083.000
6	Wagons Clausse (ancien modèle).	6.860	5.346	0,14	0,070	0,050	11.113.000
6	Wagons Clausse (nouveau modèle)	6.860	5.346	0,14	0,080	0,060	7.445.000

On a supposé dans les calculs que le poids portant sur

les chandelles à l'arrière est de 250 kil. et que tout le reste portant sur les consoles pouvait être regardé comme se répartissant sur les deux essieux, en raison inverse de leur distance aux consoles.

On voit par le tableau précédent qu'en général on ne fait travailler les essieux des wagons qu'à 6 kil. par millimètre quarré. Les essieux des wagons Clausse, ancien modèle, étaient donc beaucoup trop faibles; les essieux même du nouveau modèle sont insuffisants, car si l'on fait travailler les essieux des voitures ordinaires jusqu'à 7 kil, c'est que ces essieux sont fabriqués avec un fer d'une qualité supérieure et ne sont pas soumis à des actions aussi destructives que celles du transport par machines et de la décharge à l'anglaise.

L'entrepreneur ne voulant pas avouer l'insuffisance des dimensions données à ses essieux, attribua leurs fréquentes ruptures au passage des wagons dans un chemin de service où ils avaient à parcourir dans le sens de la charge une pente de $0^m,01$ dans une courbe de 300 mètres. Il est vrai que dans le passage de cette courbe les essieux étaient soumis à une action de torsion permanente, parce que, pour une raison que nous expliquerons plus loin, à a montée comme à la descente, les roues étaient constamment pressées contre le rail extérieur, et que dans cette position il n'y avait pas égalité entre le rapport des circonférences de contact des deux roues et le rapport des espaces que chacune avait à parcourir; mais cette action est faible.

En effet, lorsque deux roues liées entre elles invariablement parcourent des espaces différents, il y a entre la force de torsion, les dimensions de l'essieu et sa résistance à la rupture, la relation suivante :

$$T = \frac{2P \cdot R}{\pi \cdot r^3}.$$

T, résistance à la torsion ;

P, force résultant du frottement ;

R, bras de levier de cette force, rayon de la roue;

r, rayon de l'essieu.

En admettant pour le coefficient du frottement du fer sur la fonte 0m,18, on trouve pour T les valeurs suivantes :

Essieu ancien modèle. . . .	T =	kil. 2.377.009
Essieu nouveau modèle. . .	T =	1.593.000

La force de torsion est donc faible.

Mais il y a une autre action plus puissante qu'il est bon de faire entrer en ligne de compte : nous voulons parler de l'action résultant de la pression des roues contre le rail extérieur et le contre-rail que l'on avait établi le long du rail intérieur, dans toute la courbe de 300 mètres, pour diminuer les chances de déraillement. Cette action provenait de ce que, à la descente, la courbe de 300 mètres étant en pente de 0m,01 vers la décharge, on serrait les freins de la machine qui était en avant pour modérer la vitesse et ménager les essieux, tandis qu'à la remonte la machine qui était à l'arrière devait refouler les wagons sur la rampe.

Il résulte de là que, à la montée comme à la descente, tous les wagons pressés les uns contre les autres ne se touchaient que par les tampons situés du côté du rail intérieur, lesquels étaient pressés l'un contre l'autre par deux forces donnant une résultante dirigée contre le rail extérieur.

Cette pression devait avoir sur les essieux un effet très-destructif; car si nous considérons la roue portant sur le rail extérieur, on voit que la pression du boudin contre le rail peut se remplacer par une force P agissant au même point que la force P′ qui représente le poids sur la fusée et dirigée dans le même sens. Ces deux forces s'ajoutent, et l'on peut considérer l'essieu comme un solide encastré au collet et sollicité par deux forces P et P′.

De même du côté de la roue intérieure, l'essieu peut être regardé comme un solide encastré au collet et sollicité

par deux forces P et P', mais agissant en sens contraire (parce qu'ici le boudin de la roue pressait contre le contre-rail placé le long du rail intérieur). Il résulte de là que l'essieu travaille plus du côté du rail extérieur que de l'autre, et l'on remarquait en effet de ce côté un plus grand nombre de ruptures.

Pour que les extrémités des essieux puissent être regardées comme encastrées aux collets, il faut que le collet de la roue ait des dimensions suffisantes ; les essieux de l'ancien modèle étaient trop faibles, et c'est probablement à cette cause que l'on doit attribuer les déformations qui se produisaient entre ces points. Le nouveau modèle ayant été renflé près des collets, ces déformations cessèrent.

Nous terminerons en disant que le wagon Clausse roule bien, bascule bien, est fortement charpenté et peut servir aux transports par machines ; mais il a l'inconvénient d'être un peu haut sur rail et, ce qui est bien plus grave, ses essieux, même ceux du nouveau modèle, sont trop faibles. Il faudrait leur donner un diamètre de 0m,102 au calage ; les laisser ce qu'ils sont, c'est se résigner à les voir se détruire en peu de temps.

Locomotives. — Le projet des terrassements portait que l'on se servirait de locomotives pour le transport des déblais dans les trois tranchées suivantes :

1° Tranchée de Fontaine (côté de Somain) ;

2° Tranchée de Cambrai (toute la tranchée) ;

3° Tranchée d'Iwuy (côté de Busigny).

On renonça à employer des machines pour la première et la troisième de ces tranchées, surtout parce que le transport des machines sur les chantiers aurait été très-difficile, et l'on borna leur emploi à la tranchée de Cambrai où le cube à enlever était plus considérable, le délai d'exécution plus court, et où des routes pavées rendaient l'approche des locomotives plus facile.

Ces machines étaient de fortes machines à six roues accouplées dites de 84 unités ; elles étaient louées par la compagnie à l'entrepreneur, et comme il y avait deux décharges à fournir, ce dernier en demanda trois dont une restait constamment en réserve. Deux étaient de ces machines tender dites coucous qui servent dans les gares à la formation des trains et qui portent elles-mêmes leur approvisionnement ; c'étaient :

Erquelines n° 513 ;
Montescourt n° 518 ;
La troisième *Teniers* n° 252,

était une machine à marchandises à tender de la même force que les deux premières.

Voici les dimensions principales de ces machines :

Dimensions principales des machines.

INDICATIONS DIVERSES.	MACHINES n°s 513 et 518.	MACHINE n° 252.
	m.	m.
Diamètre des pistons	0,40	0,38
Course des pistons	0,46	0,61
Surface des deux pistons	0,25133	0,22682
	k.	k.
Poids de la machine seule	21.600	20.900
Poids du tender	»	8.500
Poids de la machine en feu	22.500	22.900
Poids du tender approvisionné	»	16.100
Charge de l'essieu avant	6.700	8.500
Charge de l'essieu milieu	9.000	7 300
Charge de l'essieu arrière	9.000	7.000
Nombre des roues	6 roues accouplées.	6 roues accouplées.
	m.	m.
Diamètre des roues	1,065	1,258
Distance de l'essieu avant à l'essieu milieu	1,400	1,586
Distance de l'essieu milieu à l'essieu arrière	1,200	1,522
Distance des essieux extrêmes	2,600	2, 08
Tubes. — Nombre	125	125
Tubes. — Longueur	3,15	3,84
Tubes. — Diamètre intérieur	0,05	0,05
Surface de la grille	0,85	0,88
Surface de chauffe — directe	4,862	5,500
Surface de chauffe — par contact	57,000	68,600
Surface de chauffe — totale	61,862	74,100

Ces machines ont fait un très-bon service : le petit diamètre de leurs roues et le rapprochement de leurs essieux extrêmes leur permettaient de passer plus facilement dans la courbe de 300 mètres dont nous avons déjà parlé ; elles remorquaient à la vitesse moyenne de 15 ou 18 kil. des trains de vingt-cinq wagons, plus un tamponnier, représentant un poids d'environ 188 tonnes, sur un chemin présentant vers la décharge une rampe maxima de $0^m,003$ et de 885 mètres de longueur.

EXÉCUTION DES TERRASSEMENTS.

Mode général d'exécution. Charge. — Sauf la tranchée d'Honnechy qui a exigé des procédés particuliers d'exécution à cause de la mauvaise nature des déblais, toutes les tranchées de 9 mètres de hauteur et au-dessous ont été faites en un seul étage.

La tranchée amorcée, on poussait à peu près dans l'axe une première voie et l'on déblayait en avant de cette voie en chargeant directement les terres en wagon, ou les déposant provisoirement sur les côtés ; on formait ainsi la cunette. Cette cunette suffisamment avancée, et tout en continuant le travail décrit ci-dessus, on embranchait sur la voie principale deux voies latérales que l'on poussait en avant en chargeant les terres dans les deux wagons situés en tête et aussi latéralement dans les wagons engagés dans la cunette. Comme le front d'attaque des deux voies latérales est moins étendu que celui de la voie principale, et que le déblai s'y fait plus facilement, il s'ensuit qu'elles auraient bientôt atteint cette dernière ; aussi, quand elles sont suffisamment avancées et qu'on peut y mettre un nombre suffisant de wagons en charge, on enlève, au moyen de ripages successifs, les terres qui restent sur les côtés de la tranchée et sur les talus.

On donnait généralement à la cunette une largeur de 5 mètres ; sa longueur et celles des deux attaques latérales étaient très-variables suivant le nombre de wagons que l'on voulait mettre en charge. On n'enlevait pas toujours les terres jusqu'au plafond de la tranchée : quand la tranchée était en palier ou en rampe vers la décharge, on ménageait souvent, pour rendre le démarrage plus facile, une rampe de quelques millimètres que l'on enlevait ensuite.

En général, on ne mettait pas la cunette exactement dans l'axe, parce qu'on ne donnait pas aux deux voies latérales la même importance ; quelquefois même on se contentait de deux voies, mais on faisait la cunette tout contre l'arête inférieure de l'un des talus, et c'était dans les wagons de la cunette que l'on jetait les terres du talus voisin, tout l'autre côté étant fait par l'autre voie au moyen de ripages successifs.

Lorsque le déblai à faire était considérable et devait être exécuté rapidement, pour ne pas être arrêté par l'avancement de la voie principale qui est très-pénible, on faisait la cunette à l'avance, en totalité ou seulement sur une partie de sa hauteur, en enlevant les terres au tombereau ou les retroussant simplement sur les côtés. On conçoit, en effet, que la cunette une fois faite sur toute la longueur de la tranchée, on peut y mettre en charge autant de wagons que l'on veut : or l'ouverture de la cunette étant toujours possible sur une longueur aussi grande que l'on veut, c'est ce qui a fait ériger en axiome ce fait connu :

Le cube que l'on peut faire dans un chantier en déblai n'est limité que par les frais d'ouverture préalable d'une cunette et le nombre de wagons dont on peut disposer.

Les tranchées entre 9 mètres et 15 mètres de hauteur ont été faites en deux étages.

On divisait en général la tranchée en deux parties telles que l'étage supérieur représentait la plus grande partie du cube, et en même temps on avait soin de donner au plafond

de cet étage une pente convenable pour faciliter le roulage; cet étage enlevé, on déblayait l'autre en conservant quelquefois dans les têtes de tranchées en rampe vers le remblai, un palier que l'on enlevait à la fin des travaux.

Quand les deux étages devaient être simultanés, dès que le premier était suffisamment avancé, on ne conservait pour le roulage de ce chantier qu'une voie que l'on ripait contre le talus en laissant pour la soutenir un massif de terres coupé à pic du côté de l'étage inférieur, et l'on abandonnait à ce dernier tout le reste de l'espace.

Chaque étage était, du reste, exploité comme nous l'avons expliqué plus haut pour les tranchées à un seul étage; mais on avait toujours soin de préparer au tombereau ou à la brouette la cunette du premier étage.

Il n'y eut que deux tranchées de plus de 13 mètres de hauteur de déblai, celles de Bertry et de Fontaine-au-Pire; on ne peut donc établir sur deux cas seulement des principes généraux, et il vaut mieux renvoyer pour ce cas aux détails d'exécution donnés plus loin sur ces deux tranchées.

Décharge. — Les remblais de 12 mètres de hauteur et au-dessous ont toujours été faits en un seul étage, mais suivant deux systèmes bien distincts : le premier, et le plus généralement employé, consistait à pousser le remblai en avant sur toute sa largeur, au moyen de deux ou trois voies de décharge à l'anglaise (décharge debout); dans l'autre système, qui ne fut employé que par M. Clausse, on commençait par faire, au moyen de deux décharges à l'anglaise, un des côtés du remblai seulement sur 6 mètres de largeur, et quand cette partie du remblai était suffisamment avancée, on remblayait l'autre partie au moyen d'une voie de côté.

Ce système est beaucoup plus expéditif que celui qui consiste à faire de suite le remblai sur toute sa largeur, car le remblai sur 6 mètres de largeur seulement avance plus

rapidement, et pendant qu'il continue à avancer on peut, au moyen d'une voie de côté, compléter la partie latérale.

Les remblais entre 12 mètres et 20 mètres ont toujours été faits en un seul étage quand ils avaient une pente vers la décharge; dans le cas contraire, on établissait un premier étage principal avec une pente de quelques millimètres vers la décharge, et l'on ne laissait en second étage qu'un cube faible que l'on faisait seulement quand le premier était terminé.

Il n'y eut que deux remblais de plus de 20 mètres de hauteur, et encore se sont-ils soudés pour n'en faire qu'un seul entre la grande tranchée de Cambrai et celle de Thun-Saint-Martin; ces deux remblais ont été faits en deux étages successifs; l'étage premier et principal du remblai de Thun-Saint-Martin a été fait de la manière ordinaire sur toute la largeur avec deux, trois et jusqu'à quatre voies déchargeant à l'anglaise; l'étage premier et principal de la grande tranchée de Cambrai a été fait par la deuxième méthode expliquée ci-dessus, c'est-à-dire en poussant d'abord un des côtés du remblai sur une longueur de 6 mètres, puis rechargeant la deuxième partie au moyen d'une voie de côté.

C'est surtout dans ce cas que cette méthode est avantageuse, car le remblai étant très-large, elle donne beaucoup à faire à la voie de côté, et la rapidité d'exécution n'est limitée que par l'avancement des deux voies déchargeant debout; on pourrait donc établir cet autre axiome: *Le cube que l'on peut faire dans un chantier en remblai n'est limité que par la rapidité d'avancement de deux voies déchargeant debout seulement sur 6 mètres de largeur.*

Transports. — Il n'y a rien de particulier à dire sur les transports; comme d'habitude, les voies de la charge se réunissaient pour former deux garages servant, l'un aux wagons pleins, l'autre aux wagons vides. Il en était de même à la décharge; et ces deux systèmes de garage étaient réu-

nis entre eux par une ou deux voies suivant l'importance du cube à transporter.

Dépôts et emprunts. — L'exécution des terrassements nécessita la formation de plusieurs dépôts et emprunts, dont voici les plus importants :

	mètres cubes.	
1° Dépôts de Bertry.	130.000	(wagon).
2° Dépôts de Fontaine.	254.000	*id.*
3° Emprunts de Forenville.	127.000	(brouette, tombereau et wagon).
4° Dépôts d'Hordain.	120.000	(brouette et wagon).
5° Dépôts d'Escaudain et Erre. . .	155.000	*id.*

L'emprunt de Forenville et les dépôts d'Hordain et d'Escaudain qui avaient été projetés, le premier au tombereau et les deux autres à la brouette, durent être terminés au wagon à cause de la difficulté du montage de la partie inférieure des terres à une grande hauteur.

L'emprunt fut terminé en montant directement les terres au wagon, de la fouille sur le remblai, et les dépôts, en transportant les terres au wagon dans des terrains bas voisins.

Détails d'exécution de quelques tranchées. — Il est bon, avant d'entrer dans l'examen spécial de chaque tranchée, de donner un tableau général de toutes les tranchées, de leurs cubes et de leurs dimensions principales.

Tableau général des tranchées.

DÉSIGNATION DES TRANCHÉES.	CUBE.	HAUTEUR maxima.	LONGUEUR.	Observations.
	m.	m.	m.	
Tranchée d'Honnechy	63 467	8,20	750	(*)
Tranchée d'Honnechy-Mauroy	27.488	6,50	510	
Tranchée de Bertry	175.908	14,50	1.370	
Tranchée de Troisvilles	60.317	8,80	580	
Tranchée d'Audencourt-Caudry	15.929	3,80	620	
Tranchée et emprunt de Caudry	102.899	5,00	830	
Tranchée et emprunt de Ligny	68.657	5,90	720	
Tranchée de Fontaine-au-Pire	538.198	19,40	2.380	
Tranchée de Wambaix	69.901	8,20	1.000	
Emprunts de Forenville	126.968	10,00	»	
Tranchée et emprunts d'Awoingt	187.313	10,40	1.260	
Petite tranchée de Cambrai	32.775	4,80	800	
Grande tranchée de Cambrai	527.796	6,90	1.000	(**)
Tranchée de Thun-Saint-Martin	414.701	12,50	2.330	
Tranchée d'Iwuy	203.098	12,00	1.450	
Tranchée d'Hordain	215.139	9,90	2.270	
Tranchée de Neuville-sur-Escaut	51.156	4,80	1.070	
Tranchée de Rœulx	126.081	6,20	1.000	
Tranchée d'Escaudain	7.021	0,70	500	
Tranchée d'Escaudain et Erre	191.085	9.70	1 850	
Tranchée de Somain	21.384	3,50	800	
	3.227.281	»	23.080	

(*) Les longueurs ci-contre ne comprennent pas les emprunts.
(**) Transports par une seule tête.

Tranchée de Bertry. — La tranchée de Bertry a été percée dans un terrain des plus difficiles, composé de différentes couches de glaises imperméables, baignées par une eau stagnante très-abondante. La tranchée fut attaquée par les deux têtes ; les déblais de la tête côté de Busigny, formèrent le remblai normal de ce côté, deux dépôts à droite et deux à gauche, à différents niveaux ; les déblais de la tête côté de Somain, formèrent le remblai correspondant y compris la station de Bertry et un dépôt à droite (Pl. IX).

La tranchée a été percée en trois étages simultanés ; l'étage supérieur fut attaqué à l'amont et à l'aval : à l'amont, par deux voies allant en remontant vers l'intérieur de la tranchée avec une rampe d'environ $0^m,0015$ et suivant le long des talus à des niveaux un peu différents avec des hau-

teurs maxima de déblais de 6 mètres et 7m,30; à l'aval, par deux voies situées à peu près dans le prolongement des plans des deux voies d'amont et suivant aussi les talus de la tranchée. On asséchait ainsi la partie milieu de l'étage supérieur que l'on enlevait ensuite par ripages successifs.

L'étage intermédiaire fut ensuite attaqué par une seule voie à peu près horizontale qui l'enleva tout entier; il commençait à environ 2m,70 en dessous de l'étage supérieur et avait une hauteur maxima de déblai de 3 mètres.

En même temps une voie attaquait l'étage inférieur à environ 0m,50 au-dessus de la plate-forme définitive de la tranchée, et marchant horizontalement, transportait les terres en remblai normal; les étages supérieur et moyen avaient été complétement mis en dépôts. Ces deux étages terminés, on continua l'étage inférieur avec deux voies conduisant, l'une au remblai normal, l'autre au dépôt inférieur de gauche; on enleva ces deux voies quand il ne resta plus que le palier ménagé dans l'étage inférieur, et une nouvelle voie conduisant au remblai normal termina en même temps ce remblai et l'étage inférieur.

On dut, pendant tout le temps des travaux, entretenir le long de chaque voie une rigole profonde et employer, pour consolider la voie, une grande quantité de fascines; néanmoins, les hommes et les chevaux ont souvent dû travailler dans l'eau.

A l'aval, à part le petit dépôt dont nous avons parlé, et qui fut fait avec la partie supérieure du déblai, les terres furent enlevées en un seul étage; seulement, à la fin de la tranchée, où la hauteur du déblai était assez forte, on laissa au plafond un peu de terre suivant une rampe de 0m,0055 vers l'intérieur de la tranchée et sur 260 mètres de longueur, puis le déblai supérieur fini, on enleva cet excédant.

Cette partie fut faite à sec, sauf l'extrémité vers l'intérieur de la tranchée.

Voici comment se divisent les déblais de la tranchée :

	mètres.	mètres.
Tête amont.	124.539	175.908
Tête aval.	51 369	

Ces déblais se répartissent ainsi en remblai :

	mètres.	mètres
Remblai de la tête amont. .	9.105	175.908
Dépôts de la tête amont. . .	115 434	
Remblai de la tête aval. . .	36.369	
Dépôts de la tête aval. . . .	15 000	

Tranchée de Fontaine-au-Pire. — La tranchée de Fontaine est de toutes les tranchées de la ligne la plus importante comme cube (538.000 mètres). (Pl. IX et X).

La partie inférieure de la tranchée sur environ 3 mètres de hauteur est dans la marne ; au-dessus de la marne est une couche de sable argileux gras mêlé de silex qui, à cause de son humidité et de sa forme tourmentée, a gêné un peu les travaux dans la tête aval en causant quelques glissements ; la partie supérieure est composée d'une argile maigre d'un déblai très-facile.

Le déblai fut extrait par les deux têtes ; il forma à l'amont le remblai normal correspondant et un dépôt considérable situé à gauche du chemin dans un bas-fond et dont la plate-forme devait dépasser de quelques mètres la plate-forme du chemin de fer ; à l'aval il forma le remblai correspondant et la station de Cattenières.

La tête amont fut percée en trois étages simultanés. Après quelques tâtonnements dans le percement de l'étage supérieur, il prit définitivement la forme suivante : il partait du niveau du passage supérieur, à environ 5 mètres au-dessus de la plate-forme définitive du chemin de fer, et remontait dans l'intérieur de la tranchée avec une rampe de $0^m,006$ et un déblai maximum de 10 mètres sur une longueur de 600 mètres, puis il marchait horizontalement, pour redescendre ensuite en suivant la déclivité du terrain, afin de conserver une hauteur convenable de déblai.

Les terres de cet étage furent portées en totalité dans le dépôt, une partie forma une couche inférieure de ce dépôt, mais la plus grande partie fut déchargée sur toute la hauteur ou par-dessus la couche inférieure faite par l'étage moyen.

L'étage inférieur fut commencé en même temps que le précédent et mené simultanément. De distance en distance, comme la tranchée est en ce point en contre-pente, on ménageait, pour faciliter le démarrage des wagons, des paliers, que l'on enlevait successivement à mesure de l'avancement. Cet étage fit à lui seul et en un seul étage tout le remblai de la tête amont.

L'étage moyen ne fut commencé que quelque temps après les deux autres; il marchait dans la tranchée à peu près horizontalement, sortait à mi-hauteur entre les deux autres en perçant le talus un peu au-dessus du passage supérieur, et débouchait par une cunette dans le dépôt, dont il formait la plus grande partie de la couche inférieure.

Les déblais de la tête aval furent faits en un seul étage; ils formèrent le remblai correspondant et la station de Cattenières; ce remblait fut fait lui-même en un seul étage.

La distance de transport de ce dernier chantier fut considérable et atteignit jusqu'à 2.800 mètres; aussi fut-on obligé d'établir un relais pour les transports.

Quoique moins considérable que l'autre comme cube, il fut d'une grande difficulté à cause de cette grande distance.

Les déblais de la tranchée se divisent comme suit;

	mètres.
Tête amont.	350.143
Tête aval.	188.055
Cube total.	538.198

Les remblais se répartissent de la manière suivante :

	mètres.
Remblai de la tête amont.	95.930
Dépôt de la tête amont.	254 213
Remblai de la tête aval.	188.055
Cube total.	538.198

Emprunts de Forenville. — Ces emprunts, au nombre de deux et cubant, l'un 28.092 mètres et l'autre 98.876 mètres, avaient été prévus au tombereau. Le premier fut fait comme il avait été projeté; mais l'autre, une fois la partie inférieure du remblai faite à la brouette et au tombereau, fut terminé au wagon. Des voies placées au fond des emprunts montaient le long des talus avec des rampes variant de 0^m,035 à 0^m,040 et allaient décharger au niveau de la plate-forme définitive du chemin (Pl. XI).

	mètres.
Cube fait à la brouette et au tombereau.	43.925
Cube fait au wagon.	54.951
Cube total.	98.876

Tranchée d'Awoingt. — La tranchée d'Awoingt a été ouverte dans une argile sableuse, d'une fouille facile; elle présente un cube total de 124.348 mètres, et a été exploitée par les deux têtes pour former deux remblais correspondants (Pl. XII).

	mètres.	mètres.
La tête amont a donné.	115.620	124.348
La tête aval a donné.	8.728	

Le déblai de la tête amont et son remblai ont été faits en deux étages successifs, mais l'étage inférieur en déblai et l'étage supérieur en remblai ont été peu importants.

Le déblai et le remblai de la tête aval ont été faits en un seul étage.

Grande tranchée de Cambrai. — Cette tranchée est une des plus importantes, à cause de son cube montant à 528.000 mètres du court délai d'exécution et de la condition de faire sortir tous les déblais par une tête (Pl. XII).

Les terres de cette tranchée devaient former deux remblais successifs et un dépôt; le délai d'exécution étant très-court par suite de retards amenés par les conférences avec le génie militaire, et le premier remblai étant trop considérable pour qu'on pût penser à faire les deux remblais

successivement, on se décida à les attaquer simultanément, le premier qui était à la suite de la tranchée par wagons et chevaux, le second pour lequel il y avait une grande distance de transport (moyenne 3.4392) par wagon et locomotive, en soudant la tranchée à ce tremblai par un chemin de service provisoire.

Plus tard, dans le but de faire servir aux transports du deuxième remblai le premier remblai lui-même et abandonner le chemin de service où les transports étaient pénibles, on attaqua le premier remblai par la queue au moyen de wagons et locomotives, pendant que l'on continuait l'autre tête au moyen de chevaux.

Voici donc quelle fut définitivement la répartition des chantiers :

			mètres.
1er remblai.	1re partie.	Wagons et chevaux.	141.441
	—	Dépôt latéral, wagons et chevaux.	38.451
	2e partie.	Wagons et loocomotives.	67.516
2e remblai.	—	Wagons et locomotives.	277.486
Divers.	Rampes d'ouvrages, etc.		3.122
	Cube total de la tranchée, sorti par une tête.		527.706

Ce cube fut enlevé en 460 jours.

On commença par ouvrir sur toute la longueur de la tranchée une cunette de 4 ou 5 mètres de largeur partageant le cube en deux parties correspondant à peu près aux deux remblais à faire. Cette cunette fut faite au tombereau et surtout à la brouette, en retroussant les terres latéralement. En même temps on amorçait le commencement du premier remblai. La cunette terminée, on établit une voie, et en déblayant latéralement on put bientôt faire assez de place pour installer les attaques des différents chantiers.

Chaque chantier avait deux attaques recevant alternativement les wagons vides mis en charge, de sorte qu'en pleine activité la tranchée présentait l'état suivant :

A gauche, deux attaques servant à la première partie du

premier remblai et au dépôt, plus une des attaques du chantier de locomotives de la deuxième partie de ce premier remblai.

A droite, trois attaques, dont une appartenant au chantier de locomotives de la deuxième partie du premier remblai et les deux autres au chantier de locomotives du deuxième remblai.

On avait soin de ménager dans les attaques pour locomotives une rampe de 0m,002 pour faciliter le démarrage des wagons, et l'on enlevait cette rampe après le ripage des voies.

La première partie du premier remblai fut amorcée au tombereau et continuée sur toute sa largeur au moyen d'une décharge à deux voies, puis à trois voies. On abandonna bientôt ce système et l'on se contenta de faire la partie droite du remblai sur 6 mètres de largeur, pour rejoindre plus tôt l'autre tête, et l'on fit le reste au moyen d'une voie de côté. Ce remblai fut fait en un seul étage.

Le dépôt ne fut fait que successivement et après la fin du premier remblai.

La deuxième partie du premier remblai fut, ainsi que nous l'avons déjà dit, faite au moyen de machines et par rebroussement; les convois étaient en général de dix-huit wagons.

On fit d'abord le remblai sur 6 mètres de largeur seulement au moyen de deux décharges à l'anglaise, et l'on compléta plus tard le remblai au moyen d'une voie de côté. De même que la première partie, ce remblai fut fait en un seul étage.

Le second remblai, le plus important, fut fait en deux étages ; le premier étage partant du point o, descendait avec une pente de 0m,0065, où les machines marchaient les freins serrés; on releva plus tard les voies de manière à n'avoir plus qu'une pente de 0m,005 vers la décharge.

On commença par faire le remblai sur toute sa largeur, d'abord avec deux, puis avec trois voies de décharge; mais

on abandonna bien vite ce système ; on continua le remblai sur la droite seulement sur 6 mètres de largeur, et on le compléta plus tard au moyen d'une voie de côté et de la machine devenue disponible par suite de la fin du premier remblai.

L'étage supérieur fut commencé lorsqu'il y avait encore à décharger sur le côté de l'étage inférieur ; on ménagea donc à l'étage inférieur une voie latérale à droite, pendant que l'étage supérieur marchait en avant. Cet étage supérieur commençait au point zéro du remblai, avait une longueur de 960 mètres, et à l'extrémité une hauteur maxima de 2 mètres. On faisait en général pour ce chantier des convois de vingt-cinq wagons.

Le chemin de service présente des terrassements peu importants ; il n'avait été fait que pour une voie, et balasté au moyen de l'argile sableuse maigre provenant des couches supérieures de la tranchée même.

La rampe maxima vers la décharge était de $0^{m},003$, et vers la charge de $0^{m},01$; on parcourait cette dernière rampe à vide, mais avec difficulté, car elle était combinée avec une courbe de 300 mètres de rayon. Pour diminuer les chances de déraillement, on avait sur toute sa longueur mis un contre-rail au rail intérieur.

L'atelier à la machine du premier remblai avait une distance moyenne de transport de 3.673 mètres, et celui du deuxième remblai une distance moyenne de 3.500 mètres.

La vitesse moyenne depuis le commencement du travail jusqu'à la fin, a varié entre 15 et 18 kil. ; cette vitesse très-faible était commandée par la crainte d'amener des déraillements, mais surtout par celle de rompre les essieux de tous les wagons qui, nous l'avons vu plus haut, étaient beaucoup trop faibles.

Tranchée de Thun-Saint-Martin. — La tranchée de Thun-Saint-Martin est percée dans une argile sableuse, maigre à la partie supérieure, mais devenant un peu grasse à la par-

tie inférieure vers l'amont de la tranchée et présentant même en ce point quelques traces de suintements (Pl. XI).

Au milieu et vers l'aval, se trouve au milieu de cette argile plus grasse, un sable fin argileux et en dessous du même sable dont les grains sont agrégés et forment une sorte de grès très-tendre. On a fait quelques travaux d'assainissement dans la partie qui présentait des traces de suintement.

La tranchée a été exploitée par les deux têtes comme suit :

	mètres.	mètres.
Tête amont..........	250.566	414.701
Tête aval...........	164.135	

et chaque partie de déblai a été employée à faire le remblai correspondant.

La tête amont a été faite en deux étages simultanés; le premier étage partait du point zéro, remontait vers l'intérieur de la tranchée avec une rampe de $0^m,002$ sur 1.200 mètres en faisant un déblai maximum de $7^m,50$, et arrivait à l'extrémité à peu près à la moitié du déblai qui est en ce point de 12 mètres.

Le deuxième étage suivait le fond de la tranchée et avait à l'extrémité une hauteur maxima de $5^m,50$.

Le remblai correspondant s'est fait aussi en deux étages simultanés ; le premier, partant du point zéro, se dirigeait vers la décharge en pente de $0^m,005$; le second suivait le profil et avait à l'extrémité une hauteur de 4 mètres.

La distance maxima de transport était de 1.950 mètres. Cette distance est considérable, et l'on avait dû établir un relais à la moitié de la distance.

La tête aval a aussi été faite en deux étages, mais ces deux étages ne furent que très-peu de temps simultanés; l'étage supérieur commençait au point zéro, suivait le fond de la tranchée sur 450 mètres de longueur, puis remontait dans l'intérieur avec une rampe de $0^m,0077$ sur une lon-

gueur de 640 mètres en faisant un déblai maximum de 10 mètres. Le second étage suivait le fond de la tranchée en faisant un déblai maximum de 3 mètres.

Le remblai de la tête aval fut fait en un seul étage, sauf un rechargement peu important fait après coup à l'extrémité.

Tranchée d'Iwuy. — La tranchée d'Iwuy a été percée presque entièrement dans une argile sableuse d'un déblai facile ; l'étage inférieur de la tête amont a seulement donné un peu de marne (Pl. XI).

La tranchée a été exploitée par les deux têtes comme suit :

	mètres.	mètres.
Tête amont..........	178.491	203.098
Tête aval...........	24.607	

La première partie a fait le remblai correspondant et celui de la station d'Iwuy, la seconde a fait le remblai correspondant.

La tête amont a été exploitée en deux étages et son remblai aussi mais seulement à l'extrémité où il avait une grande hauteur.

La tête aval fut faite en un seul étage ainsi que son remblai et ne présente rien de particulier.

La distance de transport pour la tête amont était moyenne de 1.908 mètres et alla jusqu'à 2.400 mètres aussi dut-on établir un relais à la moitié de la distance.

RÉSULTATS.

Nous avons réuni dans cet article les résultats qui nous ont paru présenter quelque intérêt.

Tableau des principales tranchées, donnant leur cube, leur durée d'exécution et le cube moyen fait par jour.

DÉSIGNATION DES TRANCHÉES et de leur mode d'exécution.	CUBES.	DURÉE d'exécution en jours.	CUBE MOYEN fait par jour.
Tranchée de Bertry.			
Extraction par les deux têtes, formation de deux remblais et plusieurs dépôts.	m. 175.908	j. 517	m. c. 340
Tranchée de Fontaine-au-Pire.			
Extraction par les deux têtes, formation de deux remblais, d'un dépôt et d'une station en remblai.	538.198	622	865
Tranchée d'Awoingt.			
Extraction par les deux têtes, formation de deux remblais.	187.313	496	378
Grande tranchée de Cambrai.			
Extraction par une seule tête, formation de deux remblais et d'un dépôt.	527.796	491	1.075
Tranchée de Thun-Saint-Martin.			
Extraction par les deux têtes, formation de deux remblais.	414.701	598	694
Tranchée d'Iwuy.			
Formation de deux remblais et d'une station en remblai.	203.098	550	369

M. Perdonnet, dans son *Traité sur les chemins de fer*, cite comme exemple de rapide exécution la tranchée de Pont-sur-Yonne, cubant 470.000 mètres cubes, et terminée complétement en 480 jours, ce qui donne un cube moyen par jour de 979 mètres.

On voit que ce cube est inférieur à celui de la grande tranchée de Cambrai, et cependant l'extraction dans la tranchée de Pont-sur-Yonne avait lieu par les deux têtes et les terres allaient former deux remblais et plusieurs dépôts.

Tableau des wagons déchargés et des cubes faits dans les chantiers des tranchées principales.

DÉSIGNATION des chantiers et des tranchées.	Durée des chantiers en jours.	NOMBRE DE WAGONS déchargés en totalité.	NOMBRE DE WAGONS déchargés moyen par jour.	NOMBRE DE WAGONS déchargés maximum par jour	Capacité des wagons.	CUBE effectué moyen par jour.	CUBE effectué maximum par jour.	Distance de transport.	Observations.
Tranchée de Bertry.									
Remblai et dépôt d'amont.	517	96.559	187	540	1.41	264	561	465	(*)
Remblai, dépôt et station à l'aval.	460	26.538	58	388		82	547	913	
Tranchée de Fontaine-au-Pire.									
Remblai et dépôt d'amont	522	143.714	275	704	2.40	660	1.690	800	
Remblai et station à l'aval.	563	72.888	129	380		310	912	2.084	
Tranchée d'Awoingt.									
Remblai d'amont..	496	52.970	107	289	2.14	229	618	450	
Remblai d'aval..	157	3.785	25	60		54	128	405	
Grande tranchée de Cambrai.									
1er remblai, 1re partie. . . .	263	43.824	167	384	3.13	523	1 202	1.135	
Dépôt.	47	9.337	199	260		625	814	1.062	
1er remblai, 2e partie. . . .	170	20.118	118	304	3.01	355	915	3.673	(**)
2e remblai.	392	94.423	241	654		725	1.969	3.500	
Tranchée de Thun-Saint-Martin.									
Remblai d'amont.	592	93.978	159	406	2.56	407	1.039	1.378	
Remblai d'aval..	562	66.554	119	308		305	728	1.082	
Tranchée d'Iwuy.									
Remblai et station à l'amont	550	62 726	114	300	2.48	283	744	1.908	
Remblai a l'aval.	241	13.439	51	132		126	327	1.087	

(*) On a déduit de la durée des chantiers les lacunes de plus de huit jours.
On entend par capacité du wagon le résultat obtenu en divisant le cube total fait par le nombre de wagons déchargés.
(**) Chantier à la machine.

Résultats donnés par les différents systèmes de décharge.

DÉSIGNATION DES CHANTIERS.	ÉPOQUES du travail.	DURÉE du travail en jours.	NOMBRE de wagons déchargés en totalité	moyen par jour.	maximum. par jour.
1° DÉCHARGE A DEUX VOIES A L'ANGLAISE.					
Tranchée de Fontaine-au-Pire.					
Tête aval	Juillet 1856. – Septembre 1857.	431	50.120	116	288
Grande tranchée de Cambrai.					
1re partie du 1er remblai	Mai 1857. – Août 1857.	106	17.419	164	304
2e remblai	Mars 1857. – Août 1957.	146	36.538	248	400
Tranchée de Thun-St-Martin.					
Tête amont	Juillet 1856. – Novembre 1856.	109	19.726	181	282
Tête aval	Juillet 1856. – Juin 1858.	338	40.752	121	210
Moyenne générale		»	»	166	»
2° DÉCHARGE A TROIS VOIES A L'ANGLAISE.					
Tranchée de Fontaine-au-Pire.					
Tête aval	Septembre 1857. – Novembre 1857.	63	12.298	195	324
Tranchée d'Awoingt.					
Tête amont	Février 1857. – Août 1857.	181	34.718	192	289
Grande tranchée de Cambrai.					
1re partie du 1er remblai	Janvier 1857. – Mars 1857.	77	12.460	162	240
Tranchée de Thun-St-Martin.					
Tête aval	Juin 1857. – Septembre 1857.	90	15.084	167	308
Id.	Septembre 1857. – Octobre 1857.	21	3.988	189	210
Moyenne générale		»	»	181	»
3° DÉCHARGE A QUATRE VOIES A L'ANGLAISE.					
Tranchée de Thun-St-Martin.					
Tête amont	Novembre 1856. – Mars 1857.	126	18.456	147	276
Id.	Mars 1857. – Mai 1857.	84	21,348	373	406
Id.	Mai 1857. – Août 1857.	69	18.232	265	392
Id.	Août 1857. – Octobre 1857.	56	8.511	152	350
Moyenne générale		»	»	234	»
DÉCHARGE A DEUX VOIES A L'ANGLAISE AVEC UNE VOIE DE CÔTÉ.					
Grande tranchée de Cambrai.					
1re partie du 1er remblai	Mars 1857. – Juillet 1857.	112	26.631	238	384
2e remblai	Août 1857. – Décembre 1857.	119	38.582	325	654
Moyenne générale		»	»	281	»

OBSERVATION. — On entend par durée du travail le nombre de jours écoulés entre le commencement et la fin du chantier, déduction faite des lacunes de plus de huit jours.

Les deux tableaux précédents montrent que c'est dans un atelier de la grande tranchée de Cambrai que l'on a fait le cube moyen et le cube maximum par jour les plus considérables, et il est remarquable que la décharge se faisait d'après la méthode décrite plus haut et qui consiste à combiner la décharge debout avec la décharge de côté.

Tableau des cubes moyens faits par wagon et par jour dans les chantiers au wagon.

DÉSIGNATION DES CHANTIERS.	CUBES.	Distances de transport.	Cube moyen fait par jour.	Nombre de wagons employés.	Cube moyen par wagon et par jour.
Tranchée de Bertry.	175.908	540	340	89	3,8
Tranchée de Fontaine-au-Pire. . .	538.198	1.236	865	171	5,1
Emprunts de Forenville.	64.951	3.207	218	23	9,0
Tranchée d'Awoingt.	121.293	733	243	49	5,0
Grande tranchée de Cambrai.	182.994	1.137	606	58	10,8 (*)
Id.	344.802	3.439	880	123	7,2
Tranchée de Thun-Saint-Martin. . .	414.701	1.263	694	154	4,5
Tranchée d'Iwuy.	203.098	1.557	369	92	4,0
Chantiers divers.	684.865	»	1.551	372	4,2
Partie de Busigny à Audencourt. .	299.692	»	603	147	4,1
Partie d'Audencourt.	861.004	»	1.714	301	5,7
Partie de Cambrai à Thun-St-Martin.	560.571	»	1.624	200	8,1
Partie de Thun-St-Martin à l'Escaut.	764.384	»	1.359	321	4,2
Partie de l'Escaut à Somain.	235.159	»	468	160	2,9
Tous les chantiers au wagon. . . .	2.720.810	»	5.768	1.129	5,1

OBSERVATION. — Pour plusieurs chantiers réunis, on entend par cube moyen fait par jour la somme des cubes moyens faits dans chaque chantier.

(*) Transport par machine.

Tableau des cubes moyens faits par jour, par homme et par cheval.

DÉSIGNATION des chantiers et des tranchées.	CUBES.	Distances de transport.	NOMBRE TOTAL		Nombre de jours de travail.	Cube moyen fait par jour.	NOMBRE MOYEN par jour		CUBE MOYEN fait par jour		Observations.
			d'ouvriers employés.	de chevaux employés.			d'ouvriers.	de chevaux.	par ouvrier.	par cheval.	
Chantiers divers à la brouette......	336.370	»	88.270	»	2.034	»	»	»	3,80	»	(*)
Chantiers divers au tombereau.....	170.101	»	29.096	9.356	2.683	»	»	»	5,80	18,30	
Chantiers divers au wagon........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Tranchée de Bertry...........	175.908	540	45.714	5.569	517	340	134	10,80	3,80	31,50	
Tranchée de Fontaine-au Pire.....	538.198	1.2[illegible]6	96.705	21 907	622	865	155	35,20	5,60	24,60	
Emprunts de Forenville.........	54.951	3.207	10.400	3.093	252	218	41	12,00	5,30	18,20	
Tranchée d'Awoingt...........	121.293	733	18.374	4.159	499	243	37	8,30	6,60	29,30	
Grande tranchee de Cambrai......	182.994	1.137	19.427	3.989	301	608	65	13,20	9,40	46.00	(**)
Grande tranchée de Cambrai......	344.802	3.439	44.579	3.003	392	880	114	7,70	7,70	114,00	(**)
Tranchée de Thun-Saint-Martin....	414.701	1.263	63.104	15.456	598	694	106	26,00	6,50	26,70	
Tranchée d'Iwuy.............	203.098	1.557	38.727	9.439	550	369	70	17,10	5,30	21,60	(***)
Chantiers divers.............	684.865	»	147.912	26.366	5.171	»	»	»	4,60	26,00	
Tous les chantiers au wagon.......	2.720.810	»	484.942	92.981	8.902	»	»	»	5,60	29,30	
La ligne entiére.............	3.227.281	»	602.308	102.337	13.619	»	»	»	5,40	31,50	

(*) On entend par nombre de jours de travail, pour une réunion de chantiers la somme des durées de tous les chantiers réunis. — (**) Transports en machines : les chevaux employés ne sont que des lanceurs. — (***) On entend par nombre d'ouvriers employés la somme de tous les ouvriers employés, quelle que soit du reste la durée du travail; de même pour les chevaux.

Nous avons déjà vu que l'on n'employa des machines pour le transport des terres que dans la tranchée de Cambrai pour faire la deuxième partie du premier remblai et le deuxième remblai correspondant à cette tranchée. Le premier de ces chantiers ayant fini bien avant l'autre, la machine qui y servait aux transports fut, à partir de ce moment, employée à faire le remblai de côté dans le deuxième chantier.

Résultats divers sur les transports en machines.

INDICATIONS des résultats obtenus.	Premier chantier.	Deuxième chantier.	Les deux chantiers réunis.
Durée du chantier (en jours)	223	387	610
Cube transporté, total par jour	67.316	277 486	344.802
Cube transporté, moyen par jour	307	717	565
Cube transporté, maximum par jour	942	2.027	»
Distance moyenne de transport	3.673	3.500	»
Vitesse moyenne	»	»	15 à 18^k
Nombre de journées de machines	»	»	914
Cube fait par journée de machine	»	»	377
Parcours moyen d'une machine	21.670	43.400	»
Parcours maximum d'une machine	56.560	66 850	»
Nombre de convois, total par jour	1.302	4.806	»
Nombre de convois, moyen par jour	5 90	12,40	»
Nombre de convois, maximum par jour	17,00	17,00	»
Nombre de wagons par convois, moyen	15,40	19,10	»
Nombre de wagons par convois, maximum	20,00	25,00	»

On entend par durée du chantier le temps écoulé depuis le commencement jusqu'à la fin, déduction faite des lacunes de plus de huit jours. Le nombre de journées de machines est le nombre de jours pendant lesquels l'entrepreneur a conservé les machines en location, occupées ou non.

PRIX DE REVIENT.

Nous donnons ci-dessous quelques détails sur les prix des terrassements décrits ci-dessus. Quelques entrepreneurs ont fait sur leur règlement définitif des réclamations non jugées encore et dont nous n'avons pas tenu compte dans l'établissement de ces prix, mais dont l'importance est faible relativement au chiffre total.

On voit par le premier des tableaux qui suivent que les tranchées dont le prix de revient par mètre cube est le plus élevé sont celles d'Honnechy et de Bertry qui ont nécessité des travaux d'assainissement considérables; puis viennent les tranchées au wagon et enfin les tranchées à la brouette et au tombereau.

Quoique le cube mis en mouvement soit considérable, le prix du

kilomètre n'est que de 81.000 francs; cela vient de ce que la fouille était très-facile, car on voit par le deuxième tableau que, tandis que les transports entrent pour 0f,741 dans le prix total du mètre cube, la fouille et les reprises n'entrent que pour 0f,403 dans ce même prix.

On peut voir, en jetant un coup d'œil sur le tableau donnant l'historique de chaque entreprise, que les travaux de terrassements de la ligne de Busigny à Somain furent exécutés très-rapidement (Pl. XIII).

Cette grande rapidité d'exécution fait honneur à l'intelligence des travaux qu'ont montrée les entrepreneurs; elle fait honneur à l'activité prévoyante de M. de Lafrémoire, ingénieur des ponts et chaussées, chargé de l'exécution de la ligne, qui sut, en prévenant toute cause de retard, leur faciliter la tâche; elle fait honneur enfin à l'habile direction de M. Couche, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé des travaux du chemin de fer du Nord.

Dépense par kilomètre et par mètre cube.

DÉSIGNATION DES TRANCHÉES.	CUBES.	Longueurs compris remblai.	DÉPENSES totale.	DÉPENSES par mètre cube.	DÉPENSES par kilomètre.
	m.	m.	fr.	fr.	fr.
Tranchée d'Honnechy	63.467	1.430	120.476,98	1,89	84.000
Petites tranchées d'Honnechy-Mauroy	27.488	0.070	22.077,96	0,84	21.000
Tranchée de Bertry	175.908	2.050	282.707,22	1,61	126.000
Tranchée de Troisvilles	60.317	1.840	62.647,03	1,04	34.000
Ptes tranchées d'Audencourt et Caudry	15.929	1.110	16.823,83	1,06	15.000
Emprunts et tranchée de Caudry	102.899	2.010	109.273,62	1,06	54.000
Emprunts et tranchée de Ligny	68.657	1.740	71.658,38	1,05	41.000
Tranchée de Fontaine-au-Pire	538.498	4.790	645.324,30	1,18	135.000
Tranchée de Wambaix	69.901	2.040	72,949,77	1,04	36 000
Emprunts de Forenville	126.968	800	118.711,68	0,93	148.000
Emprunt et tranchée d'Awoingt	187.313	2.890	191.806,14	1.02	66.000
Petite tranchée de Cambrai	32.775	1.410	40.418,44	1,23	29.000
Grande tranchée de Cambrai	527.796	4.100	759.134.07	1,44	185.000
Tranchée de Thun-Saint-Martin	414.701	3 600	537.424,63	1,30	149.000
Tranchée d'Iwuy	203.098	3.720	280.761,08	1,38	75.000
Tranchée d'Hordain	215.139	2.960	216.947,69	1,01	73.000
Tranchée de Neuville	51.156	2.500	57.757,96	1,13	22.000
Tranchée de Rœulx	126.081	2.800	148.531,80	1,18	53.000
Tranchée d'Escaudain et Erre	198.106	4.200	193.594,94	0,98	46.000
Tranchée de Somain	21.384	1.690	24.054,12	1,12	14.000
	3.227.281	48.950	3.973.081,54	1,23	81.000

TABLEAU GÉNÉRAL DES DÉPENSES.

TABLEAU

DÉSIGNATION des tranchées.	FOUILLE et charge.	REPRISE et charge.	TRANSPORTS à la brouette.	TRANSPORTS au tombereau.	TRANSPORTS au wagon par chevaux.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Tranchée d'Honnechy. . . .	24.856,85	3.958,37	»	4.821,02	33.090,85
Petites tranchées d'Honnechy-Mauroy.	8.646.46	»	583,76	10.803,94	»
Tranchée de Bertry..	68 894.37	894.01	1.076 48	»	82.337,35
Tranchée de Troisvilles. . .	21.390,35	131,59	0,68	91,39	26.673,83
Petites tranchées d'Audencourt et Caudry..	6.238,59	»	0,52	9.056,84	»
Emprunt et tranchée de Caudry	40.300,39	»	1.819,87	32.627,90	19.852,41
Emprunt et tranchée de Ligny	26.889,33	»	218,99	16.330,60	18.256,60
Tranchée de Fontaine-au-Pire.	210.785.25	1.533,78	786,38	9.520,32	349.271,63
Tranchée de Wambaix.. . . .	27.376,83	649,92	369,74	1.340.97	30.889,59
Emprunts de Forenville. . .	49.727,02	»	»	61.566,78	»
Id.. et tranchée d'Awoingt.	73.361,14	378,07	10.827,23	15.736,70	64.470,36
Petite tranchee de Cambrai.	12.836.33	»	85,23	5.315,46	11.935 81
Grande tranchée de Cambrai	206.711,30	8.401,61	2.413,41	10.013,06	107.056,27
Tranchée de Thun-Saint-Martin.	162.417,65	535.63	459,09	224,43	280.148,29
Tranchée d'Iwuy.	79.543 33	1.747,13	978,01	8.472,21	144 349,86
Tranchee d'Hordain.	86.747.54	3.368,15	46.189,76	643 70	49.833,19
Tranchee de Neuville	20.035,29	417,58	2.693,56	1.588,05	20.917,91
Tranchée de Rœulx..	53.077.07	569,95	115,00	55.417,29	19.214,71
Id. d'Escaudain et Erre.	90.785,78	307,50	32.626 11	994,67	53.642,02
Tranchée de Somain.	8.131,52	90 51	13,35	7.061,19	5.814,35
Dépense totale par ouvrage	1.278.752,39	22 984,00	101.257,17	251.626.52	1.317.764,01
Dépense par série d'ouvrages	1.301.736,39		2.391.		
Cube total des terrassements	. . . .				
Dépense moyenne par mètre cube pour chaque ouvrage	0,396	0,007	0,031	0,078	0,408
Dépense moyenne par mètre cube pour chaque série d'ouvrages.	0,403		0,741		

N. B. Quoiqu'une partie des emprunts de Forenville ait été faite au wagon, le travai

…SES.

FRAIS de pose et de remaniement des voies.	RÉGALAGE et pilonnage.	RÈGLEMENT de plates-formes fossés.	DRESSEMENT de surfaces.	ENSEMENCEMENT de talus.	ASSAINISSEMENT de talus.	PONTS et ouvrages provisoires.	TOTAUX par tranchées.
fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
6.372,76	309,72	1.100,71	876,68	792,62	38.894,58	»	120.476,98
»	768,98	537,60	427,80	276,04	33,38	»	22.077,96
11.158,76	161,47	3.592,49	1.785,58	1.538,37	96 866,91	»	281.707,22
5.151,82	178,84	925,53	999,73	614,87	»	691,88	62.647,03
»	445,61	540,40	330,90	209,97	»	»	16.823,83
3.798,27	1.851,75	2.267,50	1.379,21	675,49	»	»	109.273,82
2.790,41	802,92	596,76	1.165,53	680,56	»	»	71.658,38
15.263,33	662,21	3,199,76	5.672,10	3.459.52	»	1.409,62	645.324,30
3.759,17	163,04	1.193.40	1.219.47	737,29	»	»	72 949,77
»	3.551,93	905,48	1.826,20	1.134,27	»	»	118.711,68
6.310,47	1.882,35	1.996,48	2.810,14	1.701,41	»	660,52	191.806,14
1.899,04	228,28	638,56	461,47	229,47	»	»	40.418,44
20.148,37	969,75	5.655,54	3.879,72	1.927,55	»	5.296.52	759.134,07
13.440,36	138,58	1.577,23	4.841,18	2.386,44	30.285,01	»	537.424,53
12.869,05	564,37	3.033,54	2.502,42	1.239,12	227,78	519,28	280.761,08
8.345,95	3.394,20	1.885,30	1.690,16	826,08	177,90	»	216 947,69
5.055,12	390,90	2.163,56	786,77	367,15	»	»	57.757,96
4.803,35	22,79	1.188,60	842,09	»	»	»	148.531,80
6.639,32	»	461,88	1.765,08	»	»	»	193.894,94
454,28	69,01	335,00	462,59	»	»	»	24.054,12
128.760,83	16.554,65	33.795.72	35.724,92	18.796.22	166.465,56	8.577,82	3.973.081,54
....	.... 279.884,89						»
....							3.227.281
0,040	0,005	0,010	0,011	0,006	0,052	0,003	»
	0,087						1,231

…é fait entièrement au tombereau dans le règlement de comptes définitif.

NOTE

SUR LE DOSAGE DU CUIVRE ET SUR L'ESSAI DES CYANURES DE POTASSIUM IMPURS DU COMMERCE.

Par M. FLAJOLOT, ingénieur des mines.

Ce procédé est basé sur la propriété que possède le cyanure de potassium de décolorer la dissolution ammoniacale de l'oxyde de cuivre. La décoloration s'opère avec une grande netteté, et comme il ne se forme aucun précipité dans la liqueur, il est très-facile de saisir le moment où elle est complète. Les nombreuses expériences que j'ai faites sur des quantités de cuivre pesées d'avance, m'ont toujours donné des résultats d'une précision remarquable, à laquelle j'étais loin de m'attendre lors des premiers essais. En opérant sur une dissolution dont le volume ne dépasse pas 200 centimètres cubes, l'erreur que l'on commet ne dépasse pas 2 milligrammes; précision que l'on n'atteint pas même en précipitant l'oxyde de cuivre par la potasse.

Mais pour que le procédé soit applicable, il faut qu'il n'y ait en dissolution avec le cuivre aucun des métaux qui forment des cyanures solubles dans l'ammoniaque, notamment le zinc, le cobalt et le nickel.

Lorsque l'on a à essayer des minerais complexes comme les cuivres gris, ou ceux qui ont pour gangues de la blende et des pyrites nickélifères, il faut commencer par séparer le cuivre des autres métaux.

On y arrive très-facilement et rapidement en précipitant le cuivre à l'état de sulfure par l'hyposulfite de soude, ainsi

que je l'ai indiqué dans les *Annales des mines*, 4e série, tome III, page 641.

Voici, au surplus, la marche que je suis dans ces sortes d'analyses. Je suppose qu'il s'agisse d'un cuivre gris mélangé de blende, de galène et même de toutes les gangues qui peuvent accompagner un minerai de cuivre.

J'attaque le minerai finement pulvérisé par un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique dans une capsule de porcelaine recouverte d'un entonnoir renversé pour éviter les projections, et j'évapore jusqu'à expulsion complète de l'excès d'acide nitrique; j'ajoute alors de l'eau et je filtre si cela est nécessaire; puis, dans la dissolution bouillante, je verse de l'hyposulfite de soude jusqu'à ce que la teinte foncée qui se manifeste d'abord ait disparu. On est sûr que la précipitation du cuivre est complète quand le sulfure de cuivre se réunit en flocons nageant dans une liqueur laiteuse. Le sulfure qui ne renferme pas la moindre trace de fer, de zinc, de cobalt, de nickel et même de plomb, mais qui peut contenir un peu d'arsenic et d'antimoine est recueilli sur un filtre. Il se lave très-rapidement à l'eau chaude et sans s'oxyder à l'air.

Je le redissous dans l'eau régale, sans me préoccuper de l'antimoine et de l'arsenic qu'il peut contenir, car ils ne troublent nullement la réaction suivante. Je sursature la liqueur avec de l'ammoniaque, et j'y verse jusqu'à décoloration une dissolution titrée de cyanure de potassium, qui me fait connaître la quantité de cuivre contenu. La température de la solution cuivreuse ne doit pas être trop élevée, car il faut moins de cyanure à la température de l'ébullition qu'à froid : on peut aller jusqu'à 40° sans aucun inconvénient. On cesse de verser du cyanure de potassium quand la teinte bleue de la liqueur a fait place à une teinte rose à peine sensible.

J'emploie une dissolution de 15 grammes de cyanure de 50 grammes d'eau, et j'en détermine le titre en dissolvant

une quantité connue de cuivre pur, 5 décigrammes, par exemple, ajoutant de l'ammoniaque et opérant comme il vient d'être dit.

La dissolution de cyanure de potassium s'altérant rapidement, on doit la titrer chaque fois qu'on fait des essais.

La décoloration de l'ammoniure de cuivre est complète quand il y a deux équivalents de cyanure de potassium pour un de cuivre, ce qui correspond à $4^{g},12$ de cyanure pour un gramme de cuivre.

Si donc on dissout d'une part $4^{g},12$ d'un cyanure de potassium à essayer dans une petite quantité d'eau, et que l'on fasse d'autre part une dissolution d'ammoniure de cuivre contenant 1 gramme de métal et occupant 100 divisions d'une burette graduée; puis qu'on verse de la seconde solution dans la première jusqu'à ce que celle-ci commence à se colorer en bleu, il est clair que le nombre des divisions employées pour obtenir ce résultat indiquera en centièmes la richesse du cyanure essayé, car les sels dont il est mélangé n'ont aucune influence décolorante sur l'ammoniure de cuivre.

Mais l'opération est plus facile, la réaction a plus de netteté en opérant inversement. On dissoudra, par exemple, 1 gramme de cuivre dans un peu d'acide nitrique et l'on ajoutera un excès d'ammoniaque. On dissoudra, d'autre part, $8^{g},24$ de cyanure à essayer, de manière à avoir un volume de 200 centimètres cubes, puis on versera de cette liqueur jusqu'à décoloration de la première. Il est clair que s'il en faut n centimètres cubes, la richesse du cyanure soumis à l'essai est $\frac{100}{n}$.

Aujourd'hui que l'on fabrique sur une grande échelle des cyanures de potassium pour l'industrie, un procédé d'essai aussi simple et aussi facile que celui que je propose peut avoir son utilité.

Pour être complet, il me reste à dire comment on peut

obtenir sans aucune peine du cuivre chimiquement pur pour ces essais.

On fait une dissolution de sulfate de cuivre cristallisé, tel que le fournit le commerce, on l'acidifie fortement par de l'acide sulfurique, et l'on en précipite le cuivre par la pile sur une plaque de métal. Je me suis assuré bien des fois de la pureté de cuivre ainsi obtenu.

La pile la plus commode à employer est aussi la plus simple. Elle peut se composer d'un cylindre poreux contenant une lame roulée de zinc amalgamé et de l'eau faiblement accidulée par de l'acide sulfurique, que l'on plonge dans la solution de sulfate de cuivre. A l'extrémité d'un fil conducteur accroché au zinc, on suspend une plaque de cuivre que l'on fait plonger dans le bain et sur laquelle on obtient, sans avoir à s'en occuper, un dépôt de cuivre malléable.

SUR LES DÉPENSES

DE L'EXPLOITATION DU SEMMERING EN 1861.

Lettre adressée à la commission des Annales des mines *par M.* DESCHANGES, *directeur du matériel et de la traction des chemins de fer du sud de l'Autriche.*

Vienne, 13 octobre 1862.

J'ai eu l'honneur de vous envoyer l'année dernière une note sur le service du Semmering, ainsi qu'un état comparatif des dépenses de traction du réseau sud autrichien jusqu'au 30 juin 1861.

Permettez-moi de vous adresser aujourd'hui l'état comparatif complet jusqu'au 31 décembre 1861 avec les comparaisons des dépenses du Semmering et des autres sections, toujours au point de vue de la traction.

Vous verrez que nous sommes arrivés à 50,90 p. 100 de réduction de dépense par train sur 1859.

Nous continuons avec activité la transformation des machines Engerth en machines à tender indépendant, et j'espère que d'ici sept à huit mois toutes seront transformées; mais dès cette année et avec les dix machines modifiées, déjà en service, je suis sûr que les dépenses du Semmering seront considérablement réduites en 1862 (*).

(*) La suppression des machines Engerth est poussée plus activement encore sur le chemin de l'Est français. Ainsi que l'indiquait (*Annales des mines*, 6ᵉ série, tome I, page 47) le *rapport sur l'emploi de la houille dans les machines locomotives*, sept machines à huit roues couplées, lestées à l'avant, et provenant du découplement du tender, étaient au service en novembre 1861. — Aujourd'hui (octobre 1862), le nombre des machines transformées s'élève à treize, et bientôt, les vingt-cinq machines qui formaient le lot du chemin de l'Est auront toutes subi la transformation.— Les considérations exposées dans ce recueil dès 1859 (5ᵉ série, tome XVI, page 141) ne pouvaient guère recevoir de l'expérience une confirmation plus décisive, et dans des conditions plus variées. (*Note de la rédaction.*)

CHEMINS DE FER DU SUD DE L'AUTRICHE.

Lignes principales de Vienne à Trieste; Pragerhof à Ofen. — Embranchement de Mödling à Laxenburg. — Neustadt à Oedenburg. — Stuhlweissenburg à Uj-Szöny.

ÉTAT DES DÉPENSES DE TRACTION. — ANNÉE 1861.

DÉSIGNATION.		DÉPENSES totales.	DÉPENSE PAR KIL. par article.	DÉPENSE PAR KIL. par chapitre.
MACHINES.		fr.	fr.	fr.
Conduite . .	Chefs des dépôts	82.511,85	0,014	0,223
—	Mécaniciens et chauffeurs	513.041,73	0,093	
—	Primes de parcours et de combustible	479 498,50	0,087	
—	Nettoyeurs et allumeurs	159.229,85	0,029	
Combustible.	Coke	689.100,97	0,124	0,685
—	Charbon, briquettes	323.925,10	0,059	
—	Lignite	2.375.571,25	0,429	
—	Bois	166.003,03	0,029	
—	Manutention. Réparation des paniers	243,314,35	0,044	
Graissage. .	Huile et graisse	464.093,15	0,083	0,083
Eau	Chauffeurs et pompeurs	92.588,85	0,017	0,033
—	Combustible	48.177,52	0,008	
—	Réparation des machines	27.829,55	0,005	
—	Réparation des grues et réservoirs	13,451,08	0,003	
Réparation.	Chaudière, boîte à feu et à fumée	147.801,47	0,026	0,236
—	Tubes	117.105,30	0,022	
—	Mécanisme, caisse et bâtis	608.307,88	0,109	
—	Bandages des locomotives	167 [illegible]94,40	0,030	
—	Tenders	112.406,95	0,020	
—	Bandages des tenders	60.637,10	0,011	
—	Peinture, mastic, divers	96.062,22	0,018	

OBSERVATIONS.

Parcours des trains :

	kil.
1° De voyageurs	1.530.847
2° Mixtes	101.728
3° De militaires et marchandises	3.734.747
4° De ballast et divers	175.237
Total	5.542.559
Parcours des machines	6.078.358
Soit en plus, pour 100	9,66

Chargement des trains.

	tonnes.	wag.
Voyageurs	102	12
Mixtes	136	12
Militaires et marchandises	224	21
Ballast et divers	126	18

Parcours total des voitures et wagons sur nos lignes et sur les lignes étrangères :

108.024.040 kil.

45 p 100 des véhicules étaient à 8 roues.

VOITURES ET WAGONS.			
Réparation. Voitures	201.551,45	0,036	0,143
— Wagons	379.292,02	0,068	
Graissage. . Graisse et personnel	215.379,78	0,039	
FRAIS GÉNÉRAUX.			
Personnel	381.431,62	0,068	0,087
Frais de bureau, divers	38.995,03	0,009	
Total général	8.205.802,00	1,480	1,480

Comparaison entre les dépenses du Semmering et des autres sections.

DÉSIGNATION.	DÉPENSES PAR KILOM. DE TRAIN. Semmering.	Autres sections.	Ligne entière.	OBSERVATIONS.
LOCOMOTIVES.	fr.	fr.	fr.	
Conduite	0,378	0,212	0,223	Parcours des trains : 349.730 kilomètres.
Combustible	1,161	0,651	0,685	Charge moyenne, voyageurs et marchandises : 115 tonnes.
Graissage	0,107	0,082	0,083	
Eau	0,044	0,032	0,033	
Réparations	0,556	0,215	0,236	
VOITURES ET WAGONS.				
Voitures	0,025 (a)	0,038	0,036	(a) Pour la dépense des voitures et waggons, elle a été calculée proportionnellement au parcours sans tenir compte de l'excédant d'usure des bandages.
Wagons	0,037	0,071	0,069	
Graissage	0,022	0,039	0,038	
FRAIS GÉNÉRAUX	0,071	0.078	0,077	
Total	2,401	1,418	1.480	

État comparatif des dépenses de traction des années 1859, 1860 *et* 1861.

DÉTAILS DES PARCOURS ET DES DÉPENSES.	sous l'administration de l'État. 1859	SOUS L'ADMINISTRATION DE LA COMPAGNIE. Année 1860.	ANNÉE 1861. Premier semestre.	Second semestre.	Année complète.	Réduction des dépenses de 1861 sur 1859, p. 100.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
Parcours des trains	4.416.023	3.990.493	2.541.697	3.000.862	5.542.559	
Parcours des machines	5.967.671	4.561.279	2.861.568	3.216.790	6.078.358	
Excédant du parcours des machines sur celui des trains	1.551.648	570.786	319.871	215.928	535.799	
Soit pour 100	35,12	14,30	12,88	7,19	9,66	
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
Dépenses totales de traction et d'entretien.	13.322.592	7.958.366	4.056.031	4.149.770	8,205.802	
DÉPENSES PAR KILOMÈTRE DE TRAIN.						
I. *Locomotives.*	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
Conduite	0,244	0,254	0,232	0,215	0,223	8
Combustible	1,082	0,828	0,783	0,603	0,685	37
Graissage	0,136	0,077	0,085	0,083	0,083	38
Eau	0,109	0,066	0,037	0,029	0,033	70
Réparations	0,636	0,351	0,226	0,245	0.236	62
Frais généraux	0,098	0,083	0,066	0,054	0,061	37
II. *Voitures et wagons.*						
Réparation des voitures	0,228	0,095	0,035	0,037	0,036	
Réparation des wagons	0,434	0,175	0,073	0,065	0,069	78
Graissage	»	0,042	0,044	0,037	0,038	
Frais généraux	0,049	0,023	0,017	0,014	0,016	38
Total par kilomètre de train	3,016	1,994	1,595	1,382	1,480	»
Réduction, pour 100, sur 1859	»	33,80	47,09	54,14	60,90	60,90

OBSERVATIONS.

Longueur des lignes exploitées en 1861 :

	kil.
Vienne à Trieste	578
Mödling à Laxenburg	8
Neustadt à Œdenburg	32
Ofen à Pragerhof	329
Stuhlweissenb., Uy-Szony	82
Total	1.025

DESCRIPTION

D'UN ESSIEU CREUX A GRAISSAGE CONTINU APPLIQUÉ A UN CHARRIOT DE MINE.

Par M. EVRARD, ingénieur civil.

On emploie généralement aujourd'hui pour le transport intérieur dans les mines de petits chariots à quatre roues que l'on appelle aussi berlines.

Les berlines traînées par les *hercheurs* jusque dans la chambre d'accrochage, sont introduites dans une cage, suspendue au câble de la machine d'extraction qui les monte au jour sur le plancher de recette. De ce plancher, les berlines sont conduites sur l'appareil appelé culbuteur, au moyen duquel on les vide.

Ces chariots devant passer dans des courbes à petit rayon sont établis sur quatre roues indépendantes, tournant librement sur deux essieux fixes.

Le graissage de ces roues est généralement défectueux; il doit être renouvelé très-souvent, et toujours le manque de matières lubrifiantes, la boue, la poussière déterminent promptement la détérioration des fusées et des moyeux.

On est parvenu, par des fermetures plus ou moins compliquées, au moyen de rondelles de cuir ou de caoutchouc, à retenir l'huile ou la graisse, mais toujours le magasin ménagé dans le moyen d'une petite roue de $0^m,25$ à $0^m,30$ de diamètre, est fort restreint et doit être fréquemment alimenté par un personnél peu susceptible d'exactitude.

Le hercheur, qui sent son chariot lourd à traîner, le graisse souvent avec l'huile de sa lampe et dépense ainsi

en pure perte une matière chère et peu propre au graissage.

Mon essieu (Pl. VI, *fig.* 14 à 18) reste graissé plus d'un mois. Les pièces qui le composent sont toutes ajustées sur le tour, condition d'un travail économique; elles s'ajustent et gardent leur huile sans l'interposition d'aucune pièce de cuir ou de caoutchouc.

Cet essieu se compose principalement (*fig.* 18) d'un tube en fer étiré *tt*, et dans l'intérieur duquel tournent deux fusées *f*, *f*, portant les roues sur leur prolongement extérieur *p*.

Ce tube est alésé à chaque extrémité sur un tiers de sa longueur. Au milieu, dans le tiers non alésé, est logé un réservoir d'huile R, de la forme d'un cylindre creux, bouché par ses deux bouts, entrant à l'aise dans cette partie de l'essieu.

Ce réservoir d'huile est percé d'un seul trou *c*, d'un centimètre de diamètre à sa partie inférieure, et au milieu de sa longueur, ce trou est imparfaitement fermé par le prolongement d'un bouchon à vis de 9 millimètres de diamètre. Ce bouchon est vissé à l'extérieur de l'essieu; il sert à introduire l'huile dans le réservoir, et il ferme exactement l'essieu par le contact de son épaulement avec la surface extérieure dressée à cet effet tout autour du trou fileté.

La fusée *f* se compose d'un cylindre en fer de $0^m,26$ de longueur; elle pénètre à l'aise dans la partie alésée de l'essieu qu'elle remplit exactement. Un espace capillaire cylindrique sépare donc l'essieu de la fusée, et tant que cet espace est plein d'huile, les métaux ne peuvent s'user, étant toujours séparés par une couche de matières lubrifiantes.

La partie *p* de la fusée sur laquelle est fixée la roue est d'un diamètre un peu plus faible que la partie frottante logée dans l'essieu. Il en résulte un épaulement de 2 ou 3 millimètres qui sert à retenir la fusée dans l'essieu; pour cela l'assemblage se fait de la manière suivante.

On introduit la fusée dans un coussinet que les *fig.* 15 à 18 indiquent suffisamment en M; puis on fixe la roue par une cale ou une goupille. On place le réservoir d'huile dans l'essieu; on le maintient en place en vissant le bouchon; on introduit les deux fusées dans le tube alésé, puis on boulonne les deux coussinets sur le châssis en fer (*fig.* 17).

On consolide l'assemblage des coussinets avec l'essieu par deux vis de pression *h*,*h*, *fig.* 18, qui pénètrent dans ce dernier de quelques millimètres et sont retenues elles-mêmes par une lame de fer qui les empêche de se dévisser.

Le service du graissage est très-facile : le chariot est amené sur le culbuteur; l'ouvrier graisseur le renverse, et au moyen d'une clef (attachée à sa veste par une petite chaîne), il dévisse le bouchon, remplit le réservoir avec sa burette, puis il remet le bouchon. Il est utile de remarquer que le bouchon, une fois engagé dans la clef de l'ouvrier graisseur, ne peut plus s'en séparer que par une petite manœuvre, précaution utile pour ne point le perdre quand il est dévissé.

Le fonctionnement du graissage repose sur le principe du vase de Mariotte.

En effet, aussitôt le chariot redressé sur les roues, quelques bulles d'air entrant dans le réservoir, une quantité d'huile proportionnelle s'en écoule, mais l'air cessant d'arriver l'écoulement de l'huile cesse également.

L'huile et l'air ne se déplacent de nouveau dans l'intérieur de l'essieu que par l'ébranlement du chariot en mouvement, un peu aussi par les variations de la température et du baromètre, il en résulte une sortie d'huile excessivement lente qui renouvelle ce liquide entre les surfaces frottantes.

En fait, la dépense d'huile n'est bien réelle que pendant la marche, et, d'après les résultats de l'expérience, je puis dire sans erreur sensible que cette dépense est proportionnelle au service rendu.

J'ai fait avec mes berlines le déblai d'une épaisse couche de boue au fond d'une carrière ; pendant plusieurs mois, les essieux ont été baignés dans la boue à chaque voyage, et après ce service, j'ai retrouvé les fusées parfaitement propres.

Il ne peut y avoir en effet aucun mouvement de corps liquides ou solides de l'extérieur vers l'intérieur de l'essieu ; pour qu'un mouvement de cette nature pût se produire, il faudrait qu'il y eût aspiration, et cette aspiration ferait entrer de l'air qui déterminerait la sortie d'une certaine quantité d'huile, ou du moins une tendance à la sortie. Je crois donc avoir résolu le problème de graisser par un bain d'huile aussi abondant que possible, et se renouvelant sans cesse avec le minimum de dépense.

Dans tous les paliers graisseurs, la poussière qui arrive par les espaces nuisibles et le métal rodé par l'action de cette poussière se melangent à l'huile et sont perpétuellement ramenés entre les surfaces frottantes.

M. de Bracquemont, ingénieur directeur de la compagnie houillère de Vicoigne, a soumis douze de mes chariots à une expérience de huit mois.

Pendant ce laps de temps les chariots ont fait le service journalier de la mine, soit un parcours de 16 kilomètres par jour, moitié à vide, moitié à charge. La charge de houille était de 350 kilogrammes.

Après ce service de huit mois, aucun jeu sensible ne s'était manifesté dans les essieux et les fusées dont les surfaces frottantes étaient intactes.

Il a été constaté que l'effort de traction est plus faible qu'avec les autres systèmes employés concurremment.

Le remplissage des réservoirs n'a été renouvelé que tous les quinze jours et encore après ce laps de temps les réservoirs n'étaient qu'à moitié désemplis.

Une berline avec ses deux essieux n'a consommé que

3 décilitres d'huile en 28 jours de travail, le parcours avait été de 448 kilomètres.

Une berline de 4 hectolitres, construite suivant ce système, avec une caisse en bois solidement reliée par des ferrures, pèse 154 kilogrammes dont 65 kilogrammes pour les essieux assemblés sur le chassis et 89 kilogrammes pour la caisse.

Le prix de revient se décompose ainsi :

		francs.
Les deux essieux assemblés	. . . .	70,00
Caisse.	Bois blanc et orme $0^{mc},150$ à 50 fr. . .	6,25
	Fer neuf (molles bandes) 17 kil. à 38 fr.	6,45
	Fer ouvré (crochets, etc.), $9^{k},5$ à 70 fr.	6,63
Main-d'œuvre.. .	Charpentiers.	1,25
	Forgerons.	2,50
	Total.	95,00

Dans le prix de l'appareil coté 70 francs sont compris le bénéfice du constructeur et le droit de brevet pour une somme de 20 francs.

OBSERVATIONS

SUR LES MODIFICATIONS PERMANENTES ET TEMPORAIRES QUE L'ACTION DE LA CHALEUR APPORTE A QUELQUES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE PLUSIEURS CORPS CRISTALLISÉS;

Par M. DES CLOIZEAUX.

D'anciennes expériences de MM. Brewster et Mitscherlich ont montré que, dans certains cristaux, l'écartement des axes optiques et l'orientation de leur plan variaient avec la température à laquelle ces cristaux sont soumis. On n'a connu pendant longtemps que les phénomènes si tranchés produits par la *Glaubérite* et le *gypse*. J'ai constaté récemment qu'un assez grand nombre de substances anhydres ou hydratées, telles que le *feldspath orthose*, la *cymophane*, la *Brookite*, la *Heulandite*, la *Prehnite*, le *clinochlore*, etc., subissaient aussi l'influence de la chaleur d'une manière plus ou moins marquée; mais de plus j'ai reconnu que si l'on élève suffisamment la température, ce qu'il est facile de faire pour les corps tels que le feldspath, la cymophane et la Brookite par exemple, les modifications optiques deviennent *permanentes* au lieu d'être simplement temporaires, comme elles le sont lorsqu'on ne dépasse pas 300 à 400 degrés centigrades. Le minéral qui, par sa transparence et son homogénéité, se prête le mieux aux expériences les plus variées et les plus exactes, est un orthose vitreux qu'on trouve en fragments ou en cristaux disséminés au milieu des sables volcaniques de Wehr dans l'Eifel.

En employant une plaque de cette nature, j'ai obtenu les résultats suivants pour les modifications temporaires :

Écartement des axes optiques.	Température en degrés centigrades.
16° axes rouges; plan parallèle à la diagonale horizontale. 12 à 13° axes bleus; plan parallèle au plan de symétrie.	19°,7
Écartement des axes rouges dans un plan parallèle au plan de symétrie.	
0°	42°,5
6°	43°
7°	45°
10° 30'.	46°
11°	48°
12°	50°
13°	53°
15°	56°
17°	58°
18°	60°
21°	63°,5
22°	70°
23°	72°,5
24°	75°
25°	80°
26°	82°
27°	90°
28°	93°
30°	100°
31°	105°,5
33°	120°
34°	125°
35°	128°
37°	132°,5
38° 30'.	142°
39°	145°

Écartement des axes rouges dans un plan parallèle au plan de symétrie.	Température en degrés centigrades.
40°	150°
41°	155°
42°	162°,5
43°	170°
44°	173°
45°	182°,5
46°	190°
46° 15'.	196°
46° 30'.	204°
47°	207°
47° 15'	210°
48° 15'	212°
49°	215°
50°	225°
51°	228°
52°	237°
53° 30'.	240°
55°	250°
57°	260°
57° 30'.	270°
57° 45'.	275°
58°	278°
58° 15'.	279°,5
58° 30'.	280°
58° 40'.	290°
59° 15'.	295°
60°	300°
60° 30'	306°
61°	312°
61° 45'	315°,5
63°	319°
63° 45'.	329°
64°	342°,5

On voit que l'écartement des axes optiques va toujours en augmentant et que l'augmentation est beaucoup plus rapide de 42° à 142° que de 142° à 342°. L'observation a été faite au moyen d'un goniomètre particulier installé sur un microscope polarisant, dont j'ai donné une courte description en 1859 dans le tome XVI des *Annales des mines*. La plaque était soumise à un courant d'air chaud fourni par une lampe à alcool et circulant dans une cheminée horizontale en cuivre placée sur le microscope; l'écartement des axes optiques pouvait être mesuré à chaque instant à travers deux ouvertures pratiquées l'une au-dessus de l'autre, au centre des parois horizontales de la cheminée et munies

d'une glace mince; la température de l'air était indiquée en même temps par deux thermomètres placés à droite et à gauche de ces ouvertures. Mais en employant ce procédé, je ne pouvais pas dépasser une température d'environ 350°. Pour m'assurer si au delà de ce point les phénomènes suivaient toujours la même marche, j'ai placé mon microscope dans une position horizontale et, sur le prolongement de son axe, j'ai disposé derrière l'éclaireur un prisme de Nicol servant de polariseur. Entre l'éclaireur et l'objectif distants d'environ 2 centimètres, j'ai suspendu à l'aide d'une pince en platine de très-petites lames d'orthose de Wehr, parfaitement limpides et homogènes, sur lesquelles pouvait être dirigé le dard d'un chalumeau à gaz (*); un cercle horizontal gradué, au centre duquel passe la tige qui soutient la pince de platine, permettait de mesurer l'écartement des axes optiques; pour plus de facilité, l'opération avait lieu avec un verre rouge monochromatique. Une première plaque, qui à 14° C., avait ses axes rouges écartés de 18°30′ dans un plan parallèle au plan de symétrie, a montré dès la première application de la chaleur deux systèmes d'anneaux dont le nombre augmentait rapidement tandis que leur diamètre diminuait; leur forme, ainsi que celle des hyperboles qui les traversent, a conservé toute sa symétrie jusque vers la naissance du rouge, et à ce moment l'écartement des axes a été trouvé de 70°. Aussitôt que le rouge est devenu apparent, les anneaux et les hyperboles se sont déformés en se brisant, la mesure de l'écartement ne s'est plus faite qu'avec difficulté, et vers 700° elle a donné successivement $2E = 118°, 122°, 124°$. L'expérience ayant été arrêtée afin de ne pas faire éclater les lentilles du microscope, la plaque s'est refroidie rapidement, les phénomènes optiques ont repassé par toutes les phases qu'ils avaient déjà parcourues,

(*) L'expérience a été faite au laboratoire de l'École Normale, avec le bienveillant concours de M. H. Sainte-Claire Deville.

et à 15°C. j'ai retrouvé 2E = 19°; il ne s'était donc produit aucune modification permanente. Cette plaque, soumise plusieurs fois aux mêmes épreuves, a toujours offert des apparences semblables; l'accroissement de température semblait augmenter son épaisseur, et sa structure au rouge se rapprochait de celle que présentent à la température ordinaire certains cristaux de Prehnite, de Heulandite, etc., composés de lames irrégulièrement enchevêtrées.

Une seconde plaque, ayant à 15°C. ses axes rouges écartés de 13° dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base, et ses axes bleus écartés de 16°30' dans un plan parallèle au plan de symétrie, s'est comportée d'une manière analogue. A partir du rouge naissant le plus faible, les anneaux se déformaient fortement, les hyperboles disparaissaient, et l'angle apparent des axes qui était considérable ne pouvait plus se mesurer exactement. Il est probable qu'en poussant la calcination de certains échantillons jusqu'à une température suffisamment élevée, la bissectrice de l'angle réel *aigu* des axes optiques deviendrait la bissectrice de leur angle obtus.

Voici maintenant dans quelles circonstances il s'est produit des modifications permanentes.

1re plaque d'orthose de Wehr donnant à 13°C. avant calcination :

2E = 13° axes rouges, plan parallèle à la diagonale horizontale ;

2E = 17° axes bleus, plan parallèle au plan de symétrie.

Après calcination d'une heure sur une lampe à alcool ordinaire :

2E = 10° axes rouges, plan parallèle à la diagonale horizontale ;

2E = 21° axes bleus, plan parallèle au plan de symétrie; à 13° C.

Après calcination de 4 heures sur une lampe à gaz vers 600° et refroidissement lent de 4 heures :

2E = 24° axes rouges, 30° axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 13° C.

Après une nouvelle calcination de 7 heures sur la lampe à gaz vers 600° et refroidissement brusque :

2E = 25° 30′ axes rouges, 32° 30′ axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 15°,5 C.

2° plaque de Wehr donnant avant calcination, à 13° C. :

2E = 22° axes rouges, 11° 30′ axes bleus, } plan parallèle à la diagonale horizontale.

Après une calcination de 8 heures vers 600° sur une lampe à gaz, et refroidissement brusque :

2E = 14° axes rouges, 24° 30′ axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 15°,5 C.

Après une exposition de 8 jours dont 36 heures de calcination vers 800° et 6 jours de refroidissement gradué dans un four de Sèvres cuisant ou *dégourdi* :

2E = 37° axes rouges, 49° axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 19°,5 C.

3° plaque de Wehr très-épaisse, donnant avant calcination, à 12° C. :

2E = 25° axes rouges, 17° axes bleus, } plan parallèle à la diagonale horizontale.

Après 1 heure de calcination sur la lampe à gaz, aucun changement.

Après 5 minutes de calcination sur un chalumeau à gaz vers 900°, et refroidissement brusque :

2E = 33° 30′ axes rouges, 38° axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 13° C.

Après 8 jours d'exposition dans un four de Sèvres cuisant au *dégourdi* :

2E = 43° axes rouges, 48° axes bleus, } plan parallèle au plan de symétrie ; à 19°,5 C.

4e échantillon de Wehr débité en trois plaques donnant avant calcination, à 13°C. :

2E = 17° 30′ axes rouges, } plan parallèle au plan de
27° axes bleus, } symétrie.

La première plaque, chauffée pendant 7 heures au rouge faible sur une lampe à gaz et refroidie brusquement, a donné :

2E = 21° axes rouges, } plan parallèle au plan de symé-
29° axes bleus, } métrie ; à 13°C.

Après une calcination d'un quart d'heure sur un chalumeau à gaz au rouge vif (fusion du cuivre) et refroidissement brusque, l'écartement est devenu :

2E = 45° 30′ axes rouges, } plan parallèle au plan de
49° 30′ axes bleus, } symétrie ; à 15° C.

La seconde plaque exposée à Sèvres pendant 8 jours dans un four chauffant au *dégourdi*, et refroidie très-lentement a donné :

2E = 46° axes rouges, } plan parallèle au plan de symé-
52° axes bleus, } trie : à 19°,5 C.

Après une nouvelle exposition de 8 jours dans un four cuisant au *grand feu*, et un refroidissement très-lent, on a obtenu :

2E = 48° 30′ axes rouges, } plan parallèle au plan de
53° 30′ axes bleus, } symétrie ; à 18° C.

La troisième plaque mise à Sèvres au *grand feu* en même temps que la seconde a donné :

2E = 48° axes rouges, } plan parallèle au plan de symé-
53° axes bleus, } trie ; à 20°C.

Plusieurs plaques d'adulaire du Saint-Gothard, chauffées au rouge faible sur une lampe à gaz, n'ont éprouvé aucun changement dans l'écartement de leurs axes optiques. Mais une plaque d'adulaire, donnant avant calcination à 16°,5 C. 2E = 108° pour les axes rouges orientés dans un plan parallèle à la diagonale horizontale, a été calcinée

pendant un quart d'heure au rouge vif (fusion de l'argent) sur un chalumeau à gaz ; elle est devenue laiteuse et translucide par places, et à 18°C. l'écartement de ses axes n'était plus que de 102° 25'.

Une autre plaque d'adulaire, ayant avant calcination à 20° C. ses axes rouges écartés de 111° 23' dans un plan parallèle à la diagonale horizontale, a été calcinée pendant une demi-heure au rouge vif sur le chalumeau à gaz ; l'écartement des axes observé à 16° C. était réduit à 90° 27'. Dans les fours de Sèvres, la teinte laiteuse augmente, la transparence diminue et l'écartement des axes ne peut plus être apprécié bien exactement.

Une plaque de *pierre de lune* de Ceylan a donné avant calcination à 15°,5 un angle de 121° 15' pour l'écartement de ses axes rouges qui s'ouvrent aussi dans un plan parallèle à la diagonale horizontale ; après une exposition d'un quart d'heure, sur le chalumeau à gaz (fusion de l'argent), elle a perdu son reflet chatoyant et pris une teinte laiteuse, et à 18° C. l'angle des axes était réduit à 117° 31'.

D'après les résultats précédents, il semble permis de croire que jusqu'à 400° environ la conductibilité calorifique n'éprouve pas de changement notable dans l'intérieur du feldspath orthose, mais qu'à partir de 400° ou 500° la propagation de la chaleur s'y fait d'une manière assez inégale pour provoquer une perturbation plus ou moins profonde dans l'équilibre de ses arrangements moléculaires. Cet équilibre peut reprendre son état primitif après le refroidissement, si la perturbation n'a duré que deux ou trois minutes à une température qui ne dépasse pas 700° ; mais si elle a persisté pendant 36 heures au rouge sombre ou même pendant une quinzaine de minutes au rouge blanc, il en résulte une nouvelle disposition physique à laquelle correspondent les modifications *permanentes* signalées plus haut dans l'orientation et l'écartement des axes optiques.

Les modifications permanentes n'empêchent pas d'ailleurs

les plaques qui les ont éprouvées d'être encore susceptibles de modifications temporaires lorsqu'on les place de nouveau dans des conditions d'échauffement convenables; seulement il est clair qu'alors les variations ont lieu entre des limites moins étendues. La calcination la plus forte et la plus prolongée à laquelle j'aie soumis mes divers échantillons n'a point paru modifier d'une manière appréciable l'inclinaison des deux axes cristallographiques obliques entre eux : ainsi en mesurant sur plusieurs plaques d'orthose de Wehr, avant et après calcination, l'angle dièdre compris entre une face naturelle parallèle au clivage basique et la face artificielle normale à la bissectrice aiguë, je n'ai jamais trouvé de différence dépassant une à deux minutes. L'orientation et la longueur des axes d'élasticité optique paraissent aussi n'éprouver que des variations très-légères; mais on sait que ces légères variations peuvent en amener de très-grandes dans la valeur de l'angle réel des axes optiques.

Des essais directs ont prouvé que l'orthose de Wehr et l'adulaire du Saint-Gothard, calcinés au rouge blanc, ne perdent pas plus d'un milligramme par gramme.

Mes premières recherches n'avaient porté que sur l'orthose vitreux de Wehr, sur l'adulaire du Saint-Gothard, et sur la pierre de lune de Ceylan; les conclusions auxquelles elles conduisent sont les suivantes :

1° Les plages laiteuses à axes optiques plus ou moins rapprochés, qu'on rencontre dans l'*adulaire* du Saint-Gothard, doivent sans doute leur existence à l'intervention d'une température plus élevée que les plages limpides à axes écartés au milieu desquelles elles sont enchâssées; 2° les fragments d'*orthose*, disséminés dans les sables volcaniques de Wehr, ont subi des calcinations très-inégales, mais toujours assez faibles; 3° les faits constatés paraissent en opposition avec l'opinion qui admet la nécessité de températures excessives pour expliquer la formation des roches où dominent l'orthose et le quartz. On sait du

reste que M. Sorby a reconnu, dans des cristaux de quartz provenant de granites, la présence d'innombrables cavités remplies d'une substance liquide.

Comme on va le voir, j'ai pu étendre mes observations et leur donner plus de généralité en opérant sur un certain nombre de cristaux susceptibles d'être fortement calcinés sans altération sensible.

Les variétés d'orthose connues sous les noms de *eisspath* de la Somma, *sanidine* des trachytes des bords du Rhin et de l'Auvergne, *loxoclase* de New-York, *microcline* de Fredrikswärn (chatoyant) ou de Bodenmais (vert non chatoyant), *Murchisonite* du Devonshire, *hyalophane* de Binnen, éprouvent toutes, sous l'influence de la chaleur, des modifications permanentes et temporaires analogues à celles du feldspath vitreux de Wehr. Calcinés au rouge sombre ou au rouge vif, les échantillons les plus transparents et les plus homogènes, comme ceux de Wehr et de la Somma, conservent leur aspect primitif sans autre changement apparent que celui des fissures, parallèles à leurs deux clivages rectangulaires, qui deviennent plus prononcées; d'autres prennent une teinte laiteuse plus ou moins marquée; d'autres enfin, comme ceux des trachytes, deviennent presque complétement opaques. En adoptant pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique de 118°48′, le plan des axes optiques est tantôt parallèle à la diagonale horizontale de la base, tantôt parallèle au plan de symétrie de ce prisme. A température égale, l'axe de plus *grande* élasticité optique, qui coïncide toujours avec la bissectrice *aiguë*, fait avec la diagonale inclinée un angle légèrement différent pour chaque variété : en opérant avec de la lumière rouge à 22°C. j'ai trouvé en effet cet angle de 4°18′ dans l'*orthose* de Wehr, de 5°15′ dans l'*adulaire* du Saint-Gothard, de 5° environ dans le *loxoclase* de New-York, et de 10°10′ environ dans le *microcline* opalisant de Fredrikswärn. La dispersion du même axe paraît au contraire sensiblement constante, car

la bissectrice des axes rouges fait avec la bissectrice des axes bleus un angle égal à 0° 26′ dans l'*adulaire* du Saint-Gothard et à 0° 28′ dans l'*orthose* de Wehr.

Les feldspaths du sixième système cristallin, tels que l'*albite*, l'*oligoclase*, le *labradorite* et l'*anorthite*, n'éprouvent par la chaleur aucun changement temporaire ou permanent dans leurs propriétés optiques biréfringentes. Les axes optiques y sont toujours orientés à très-peu près comme dans l'albite, et leur bissectrice aiguë est *positive*; leur écartement dans l'air dépasse 135°. On est donc porté à supposer que quel qu'ait été le mode de formation de ces feldspaths, et malgré l'association assez fréquente des deux premiers avec l'orthose, ils n'ont peut-être pas été soumis dans la nature aux mêmes influences que ceux dont l'adulaire est le type.

Les cristaux de *cymophane* (GlO, Al^2O^3) du Brésil, et ceux de *Brookite* (TiO^2) de la Tête-Noire et du Dauphiné, offrent souvent des plages dans lesquelles les axes optiques présentent à la température ordinaire des écartements très-différents et une orientation qui peut avoir lieu dans deux plans rectangulaires entre eux, avec une dispersion d'autant plus considérable que l'écartement est plus petit. Il existe donc une grande analogie entre la constitution physique de ces deux minéraux et celle des feldspaths du cinquième système cristallin. Aussi, quoique les axes d'élasticité optique coïncident nécessairement toujours avec les axes cristallographiques et que leur longueur relative puisse seule varier, la calcination détermine-t-elle dans leurs propriétés optiques biréfringentes des modifications permanentes et temporaires entièrement semblables à celles que j'ai découvertes dans l'orthose. Si l'on rapporte les formes de la cymophane à un prisme rhomboïdal droit de 119° 46′ on voit, dans les cristaux du Brésil les plus transparents et les plus homogènes, que le plan des axes optiques est normal à la base et que la bissectrice aiguë *positive*

est parallèle à la petite diagonale de cette face; vers 20° C. l'angle des axes correspondant au rouge s'y élève jusqu'à 120° et celui des axes correspondant au violet jusqu'à 118°. Certaines plages à reflets opalins montrent des axes rouges réunis et des axes bleus séparés dans un plan parallèle à la base; d'autres plages offrent les axes correspondant à toutes les couleurs séparés dans ce même plan. Une élévation de température a pour effet de rapprocher les axes orientés parallèlement à la base et d'écarter ceux dont l'orientation lui est perpendiculaire. Jusqu'au rouge naissant les changements ne sont que temporaires; mais une calcination de 15 minutes, à la température de la fusion de l'argent, suffit pour les rendre permanents et déjà considérables. La perte en poids n'est, comme pour l'orthose, que de 1 milligramme par gramme et l'aspect extérieur de la substance n'est nullement modifié; seulement dans la cymophane, ce sont les plages laiteuses intérieures qui semblent avoir été formées à une température notablement plus basse que les plages transparentes.

Pour la *Brookite*, dont les formes cristallines peuvent être regardées comme dérivant d'un prisme rhombique de 99° 50′, le plan des axes optiques est tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire à la base; la bissectrice est *positive* et reste toujours parallèle à la petite diagonale de cette face. La dispersion est très-considérable, et lorsque les axes sont situés dans le plan de la base, les rouges sont plus écartés que les violets; leur écartement augmente d'une manière temporaire par une calcination faible, et d'une manière permanente par une calcination plus énergique. Dans un échantillon du Dauphiné où l'angle des axes rouges était de 52° à 20° C. j'ai observé que l'écartement était devenu temporairement de 65° à 220° C. Une autre plaque, chauffée avec précaution au rouge vif dans un moufle, a éprouvé une modification permanente qui a porté l'angle de ses axes rouges de 42° à 47°.

Les considérations présentées plus haut sur les perturbations permanentes que le changement de température amène dans l'équilibre moléculaire du feldspath orthose, sont évidemment applicables à la cymophane et à la Brookite ; ces perturbations sont donc entièrement indépendantes de la composition chimique ; on ne peut pas d'ailleurs les attribuer à des effets de trempe à cause des expériences faites dans les fours de Sèvres où le refroidissement dure plus de six jours, et elles paraissent n'avoir de relation qu'avec la disposition des molécules physiques dans les corps cristallisés. Par conséquent, on doit admettre que dans une même espèce minérale, et malgré l'absence de toute substitution isomorphe, l'écartement et l'orientation des axes optiques, loin d'être caractéristiques, peuvent varier avec la température à laquelle les cristaux *sont* ou *ont été* soumis.

NOTE

SUR LA FORME CRISTALLINE ET LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE LA TÉPHROÏTE;

Par M. DES CLOIZEAUX.

C'est à la *téphroïte* que doit être rapportée la substance décrite pages 69 et 70 de mon *Manuel de minéralogie*, et représentée *fig.* 61, Pl. XI de mon Atlas (*), sous le nom de *Fowlérite.* La plupart des cristaux de cette substance, connus jusqu'à ce jour à Paris, ayant été soumis à l'action d'un acide faible destiné à enlever le calcaire dans lequel ils étaient empâtés, ont subi une altération plus ou moins profonde; aussi, l'imperfection de leurs surfaces me les avait-elle fait regarder d'abord comme se rapprochant du prisme doublement oblique de 73° 46′ que j'ai adopté pour la forme primitive de la *pajsbergite.* De nouveaux échantillons, sur lesquels j'ai pu récemment étudier les propriétés optiques biréfringentes, m'ont fait voir qu'en réalité la forme que représente ma *fig.* 61 est un prisme rhomboïdal droit d'environ 105° et 75°. Si l'on retourne cette figure, de manière à placer l'arête $\frac{m}{t}$ horizontalement et la face p verticalement, on obtient une combinaison qui peut être considérée comme offrant les faces a^1 et g^1 du péridot dans lequel on a : a^1a^1 sur $h^1 = 76° 54'$; $a^1g^1 = 90°$. La substance paraît

(*) *Manuel de minéralogie*, par A. Des Cloizeaux; 1er volume, avec atlas. Paris, 1862, chez Dunod, éditeur.

se cliver, facilement suivant la direction d'un plan passant par les petites diagonales des bases du prisme de 105°, et difficilement suivant ces bases elles-mêmes. Les axes optiques sont compris dans le plan du clivage facile, et symétriquement disposés autour d'une bissectrice *négative* normale au clivage difficile. Leur dispersion est très-notable et indique $\rho > v$. Leur écartement, mesuré dans l'huile, m'a donné :

$2H = 83°41'$ d'où $2E = 155°44'$ rayons rouges.
$2H = 80°29'$ d'où $2E = 145°40'$ rayons bleus.

Dans les masses lamellaires de téphroïte noirâtre qui possèdent, comme je l'ai dit page 38 du même ouvrage, trois clivages rectangulaires inégalement faciles, le plan des axes optiques est parallèle au clivage le plus facile, et la bissectrice aiguë *négative* est normale au clivage moyennement facile. L'écartement dans l'huile est approximativement :

$2H = 84°$ d'où $2E = 157°12'$ rayons rouges.
$2H = 81°54'$ d'où $2E = 151°33'$ rayons bleus.

Une analyse, faite par M. Damour sur des fragments de cristaux roses triés avec soin et séparés autant que possible, à l'aide de l'ebullition dans une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque, du calcaire et de la spartalite dont ils sont intimément pénétrés, a fourni :

			Oxygène.	Rapport.
Silice	29,95		15,97	1
Oxyde manganeux	36,43	8,20		
Magnésie	18,60	7,35	15,98	1
Oxyde ferreux	1,96	0,43		
Oxyde de zinc	11,61	2,28		
Matières volatiles	1,71			
	100,26			

Abstraction faite de l'oxyde de zinc, dont la présence ac-

cidentelle à l'état de spartalite est facile à constater dans des lames minces soumises à la lumière polarisée, on voit que cette composition rentre dans celle qui a été établie par les analyses de MM. Rammelsberg et H. Sainte-Claire Deville rapportées à ma page 38; seulement une portion notable de l'oxyde manganeux est remplacée ici par de la magnésie. On voit aussi que le rapport entre l'oxygène des bases et celui de la silice est exactement le même que dans le péridot avec lequel la téphroïte est chimiquement et géométriquement isomorphe. Le plan des axes optiques présente également la même orientation dans les deux substances; la seule différence consiste en ce que, dans la téphroïte, la bissectrice aiguë coïncide avec l'axe d'élasticité *maximum*, tandis que dans le péridot elle coïncide avec l'axe d'élasticité *minimum*.

Thomson a donné dans ses *Outlines of mineralogy*, page 514, la description d'un silicate de manganèse de Franklin, clivable suivant deux directions rectangulaires, d'un rouge brunâtre clair, attaquable par l'acide chlorhydrique étendu; ce silicate serait une téphroïte très-pure, car il contiendrait d'après Thomson :

$\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$ 29,64 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ 66,60 $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ 0,92 Perte au feu 2,70 = 99,86

Il existe encore dans la plupart des collections, sous le nom de *Fowlérite* de Franklin, d'autres substances d'un rose plus ou moins franc. L'une de ces substances, en cristaux imparfaits ou en petites masses cristallines ordinairement engagées dans un feldspath laminaire, offre comme la pajsbergite deux clivages faciles se coupant sous un angle de 87°45'; elle fond facilement au chalumeau et est à peine attaquée par l'acide chlorhydrique à froid; ce n'est donc qu'une rhodonite à laquelle se rapporte sans doute l'analyse de M. Rammelsberg que j'ai citée page 70 de mon *Manuel*. Une autre substance, qui se présente en cristaux arrondis

engagés dans un calcaire lamellaire blanc ou en masses à éclat gras dans la cassure, se laisse cliver suivant les faces d'un prisme hexagonal régulier et manifeste la double réfraction à un axe *positif*; elle appartient donc à la Willémite (Troostite).

NOTE

SUR LE FOYER FUMIVORE (SYSTÈME TENBRINCK)

modifié

Par M. BONNET, chef du bureau des études du matériel aux chemins de fer de l'Est.

Le foyer fumivore de M. Tenbrinck (*), qui donne des résultats si satisfaisants au point de vue de la combustion de la fumée et de la consommation du combustible, remplit en même temps toutes les conditions imposées par les besoins du service. Mais son application au foyer des locomotives existantes exige l'enlèvement presque complet de la double paroi d'arrière du foyer, afin de pouvoir y installer les différentes pièces de l'appareil. C'est une mutilation profonde, coûteuse, qui exige un travail de chaudronnerie long et minutieux, et qui, dans le cas où une invention nouvelle applicable aux anciens foyers, plus simple dans sa construction, plus efficace dans ses effets, viendrait à surgir, ne permettrait de revenir à l'ancienne forme qu'au prix d'un travail inverse de chaudronnerie non moins long et encore plus dispendieux, et qui ne laisserait, en définitive, qu'une chaudière rapiécée.

On ne se décide pas facilement à pratiquer un nouveau procédé, si avantageux qu'il soit, quand il entraîne des altérations aussi considérables; et il n'est pas douteux que ceci est la cause principale qui a empêché dès l'origine le

(*) Voir le rapport adressé par M. Couche à M. le ministre des travaux publics *sur l'emploi de la houille dans les machines locomotives, et sur les machines à foyer fumivore du système Tenbrinck.* Annales des mines, 6e série, t. I, p. 1.

foyer Tenbrinck de se propager davantage, malgré la solution remarquable constatée par une expérience de trois années consécutives.

En thèse générale, il est évident que l'amélioration nouvelle qui aura le plus de chance d'être adoptée sera celle qui, tout en satisfaisant aux conditions voulues, pourra s'appliquer le plus commodément aux choses existantes sans obliger à les modifier; et cela est vrai surtout quand il s'agit d'un matériel d'une valeur aussi énorme que celui d'un chemin de fer, quand l'amélioration s'applique à des objets qui se répètent un grand nombre de fois, comme des wagons, des plaques tournantes, des locomotives. En ce qui concerne la combustion de la fumée dans les locomotives, il nous a semblé qu'une solution vraiment pratique devait se baser avant tout sur la conservation intégrale des foyers tels qu'ils sont, puisque le matériel du réseau français, par exemple, se compose d'environ 4.000 locomotives, et qu'il s'écoulera probablement un grand laps de temps avant que ce nombre se soit beaucoup augmenté, ou ait été remplacé par un matériel neuf plus puissant, auquel on pourrait appliquer de suite, et sans augmentation notable de dépense, l'appareil de M. Tenbrinck.

Telles sont les considérations qui nous ont conduit à modifier cet appareil, en le rendant spécialement applicable aux machines à vapeur locomobiles sans modification des foyers actuels, et en nous imposant la condition de reproduire aussi exactement que possible les éléments divers et dispositions qui constituent l'âme du foyer, et en assurent le succès.

Il nous a semblé inutile de faire ici la description du nouvel appareil; l'inspection de la Pl. XIV, *fig.* 1 à 4, permet suffisamment de le comparer à l'ancien et de s'assurer que, dans les deux cas, tout se passe, au feu, identiquement de la même manière. La cloison, réalisée par un bouilleur tout semblable, produit un retour de flammes et fumées vers la porte de chargement du combustible, qui se marie convena-

blement avec une entrée d'air nécessaire à la combustion de la fumée qui peut être faite de trois manières différentes, mais équivalentes, comme il sera dit plus bas; l'air est lancé en sens inverse dans le courant des flammes et fumées, de manière à se mêler à lui avant d'avoir atteint le bord libre supérieur du bouilleur, qu'une flamme vive et brillante vient contourner. On le voit, dans notre appareil comme dans celui de M. Tenbrinck, le principe qui rend le foyer fumivore est assez exactement le même que celui de la lampe à double courant d'air.

La différence la plus saillante entre les deux foyers consiste dans la manière de charger le feu. Dans le foyer Tenbrinck, l'alimentation de la grille se fait d'une manière continue au moyen d'une trémie que l'on remplit en temps utile; dans notre appareil, le chargement se fait à la pelle, par intermittence, par la porte ordinaire du foyer, et au sommet de la grille. Quoique moins méthodique, puisque elle amène au même instant dans le foyer une masse bien plus grande de combustible frais, variable selon les mécaniciens, cette manière de charger n'a pas eu d'influence sur la production de la fumée, ni sur les consommations.

L'expérience est venue du premier coup confirmer nos prévisions. Le premier essai a été fait le 29 mars 1862, avec la machine 248; elle a été mise en service dès le 1er avril, et depuis ce moment a fait sans interruption un service régulier économique équivalent à celui des machines munies du foyer Tenbrinck, sans qu'il ait été nécessaire de rien retoucher ni réparer. Elle a actuellement parcouru 34.539 kilomètres. La construction que j'ai adoptée alors, que j'attribue beaucoup au hasard, n'est sans doute pas la meilleure possible; Mais elle a donné d'emblée des résultats si complets, qu'après sept mois et demi d'expérience je n'ai pas vu d'amélioration notable à y apporter, et je m'y tiens provisoirement. Douze autres machines construites sur les mêmes plans et sorties successivement de l'atelier ont donné

des résultats tout aussi satisfaisants, et cinq machines sont actuellement en chantier à l'atelier d'Épernay.

Dans un voyage fait le 10 avril sur la machine 248, de Paris à Meaux, M. l'ingénieur en chef Couche a été témoin oculaire de l'efficacité du nouvel appareil avec les houilles de von der Heydt.

La première expérience est venue démontrer que non-seulement le but principal, la combustion de la fumée, était atteint, mais encore elle a détruit plusieurs appréhensions assez sérieuses. Je craignais que le bord supérieur du bouilleur ne vînt gêner et même empêcher le chargement à la pelle: cette fonction s'accomplit tout aussi facilement qu'avec les grilles ordinaires. En un seul voyage, les hommes ont trouvé le tour de main pour charger bien au sommet de la grille et dans les coins, ou même sur toute la surface. Il est bon pour cela d'avoir une pelle petite et courte.

Je craignais encore qu'en ouvrant la porte pour le chargement, la fumée ne se produisît noire et abondante pendant ce temps ; cette crainte était absolument sans objet. D'ailleurs, la même chose se produit à peu près dans le foyer Tenbrinck à présent que l'on a reconnu que la houille ne doit pas y être mise à pleine trémie, mais sous une faible épaisseur, ce qui laisse un vide au moins égal à celui de l'ancienne porte.

En troisième lieu, je craignais que le chargement au sommet de la grille ne pouvant se faire d'une manière exacte comme dans le foyer Tenbrinck, ne fût une cause de fumée. Non-seulement cette crainte ne s'est pas réalisée, mais encore on peut envoyer du charbon du haut en bas sur toute la grille sans fumer davantage. Ceci donne à l'appareil modifié un avantage marqué sur le foyer Tenbrinck. En effet, l'inclinaison de 35° calculée pour des houilles maigres non collantes, comme sont celles de Saarbrücke, n'est plus suffisante pour des houilles grasses et collantes, et il faudrait probablement étudier et exécuter une inclinaison différente

pour chaque nature de houille grasse pour qu'elle ne descendît ni trop vite ni trop doucement; quelques-unes même ne descendraient pas du tout. Un foyer fait pour une houille déterminée ferait un mauvais service, ou n'irait même plus du tout avec une autre sorte. L'appareil modifié permettant de charger sur toute la surface, si la fumosité ne s'y oppose pas, l'inclinaison n'est plus nécessaire et est seulement commode pour le chargement, et surtout pour le nettoyage; et il est probable qu'on pourrait employer dans un même foyer indifféremment des houilles maigres ou grasses.

J'ai signalé trois manières équivalentes de faire la prise d'air, à savoir: 1° par des entretoises creuses, 2° par une cloison intérieure au foyer, 3° par la porte du foyer, au moyen d'un volet ou autre appareil. Les deux premières manières seules sont commodément applicables, et ont seules été appliquées. Elles donnent d'ailleurs des résultats fumivores identiques. En outre, la prise d'air par cloison, quoique moins simple et masquant un peu plus de surface de chauffe, est celle que l'expérience m'a amené à préférer; on ne doit avoir recours à l'appareil à prise d'air à trous qu'avec les petits foyers dont la longueur est inférieure à 95 centimètres, ou pour les foyers plus grands si les houilles que l'on emploie sont peu fumeuses. on exigent peu d'air. En effet, je regarde comme indispensable, pour la fumée et pour l'économie, que les trous soient sur une même ligne horizontale à l'arrière, et qu'il n'y en ait ni en dessus ni en dessous de cette ligne. La prise d'air se trouve donc limitée et devient insuffisante pour les grands foyers, surtout avec des houilles très-fumeuses, ou qui donnent de suite une grande émission de fumée au moment de la charge, et à plus forte raison si avec cela les machines ont un faible tirage. Au delà de $0^m,95$ à 1 mètre de longueur des foyers, on devra toujours employer la prise d'air par cloison qui permet de donner une section d'air aussi grande qu'il la

faut, qui chauffe l'air avant qu'il ne soit lancé dans le feu, et qui n'entame pas les foyers.

La prise d'air par une cloison fut choisie pour la première application, afin de ne pas percer le foyer en cas d'insuccès. Je craignais la prompte destruction dans le feu de cette cloison et des fontes qui forment la bouche de la soufflerie. Non-seulement ces pièces ont résisté au feu, mais elles promettent de durer fort longtemps ; ce sont d'ailleurs des pièces brutes, presque sans ajustage et de peu de valeur. La machine 248 avait 32.039 kilomètres de parcours, fin d'octobre ; elle vient de rentrer à l'atelier mi-novembre avec un longeron cassé ayant environ 2.500 kilomètres à ajouter au parcours précédent, soit 34.539 kilomètres ; j'ai fait descendre les pièces de fonte pour les examiner soigneusement. Les surfaces pleines exposées au feu ne sont que piquées sans déformation ; la partie qui a le plus souffert, ce sont les dents qui sont rongées de 10 à 12 millimètres vers le bout en mourant vers la racine, et du côté du feu. En supposant que les pièces seront hors de service quand les dents seront brûlées sur toute la largeur, et en comptant la durée proportionnellement à la plus grande largeur brûlée, il est permis de supposer qu'elles dureraient encore au moins deux ans. Voilà assurément un résultat tout à fait inespéré.

L'essai récent des houilles fumeuses d'Aubin, qui sont plus difficiles à conduire que celles de Sarrebrücke, m'a donné l'idée de faire au clapet de prise d'air une modification (*fig.* 4 C) qui peut devenir importante pour les houilles difficiles. Dans le foyer Tenbrinck, le clapet est disposé en forme de tuyère variable de telle sorte que l'air souffle dans le foyer toujours par l'orifice étranglé du conduit et conséquemment avec la plus grande vitesse possible. C'est un effet analogue à celui qui se produit par la tuyère d'échappement dans la cheminée, et qui doit produire avec le même volume d'air une plus grande inflexion des flammes, un

mélange plus intime de l'air avec elles. La modification dont je parle, que je fais mettre à une machine, n'est commodément applicable qu'aux prises d'air par cloison, et ce sera une raison de plus de préférer ce mode de prise d'air. La construction n'en est ni plus difficile ni plus coûteuse que celle du clapet tel qu'il a été exécuté jusqu'à présent; et la conservation des pièces de fonte rafraîchies comme elles le sont par l'air, est un gage suffisant de la durée du clapet ainsi modifié. Il ne souffrira pas plus que celui du foyer Tenbrinck, puisqu'il est moins exposé au feu.

La construction du foyer Tenbrinck ramène les flammes vers la porte de chargement, et crée en cet endroit une température bien supérieure à celle qui existe dans les anciens foyers. M. Tenbrinck, craignant que l'épaisseur du cadre ovale de la porte du foyer n'amenât l'altération et la brûlure du cuivre en cet endroit, a évidé ce cadre en gouttière, de manière à ce qu'il soit bien rafraichi par l'eau. Dans notre disposition, le foyer restant intact, cet évidement est impraticable, et cela m'a fait craindre longtemps de voir se produire l'altération signalée par M. Tenbrinck. L'examen minutieux fait dernièrement à Paris, Troyes et Épernay par les chefs de traction eux-mêmes, MM. Priqueler et Mollard, sur des machines ayant parcouru alors 30.000 et 20.000 kilomètres, n'a pas révélé la moindre avarie, et il est permis d'espérer qu'après une épreuve de sept mois et demi, cette avarie ne se produira jamais.

Le profil que j'ai adopté pour la grille est le même que celui du foyer Tenbrinck, pour les houilles de Sarrebrücke; un jette-feu mobile incliné depuis 0° jusqu'à 15° suivant les foyers; une partie fixe inclinée de 35°. Je n'ai pas encore été à même d'étudier longuement d'autres charbons et conséquemment d'autres inclinaisons. Comme je l'ai dit plus haut, il est probable que la valeur de cet élément n'aurait plus la même importance que dans le foyer Tenbrinck puisque nous chargeons à la pelle et sur toute la surface de

la grille, si la fumosité de la houille ne s'y oppose pas.

Je n'avais pas la ressource que présente la grille du foyer Tenbrinck, d'avoir une alimentation faible et continue proportionnelle au temps, au sommet de la grille, et cette condition s'est présentée d'abord comme indispensable à remplir. C'est cette considération qui m'a conduit à courber la partie supérieure du barreau de la grille, comme l'indique le dessin, partie que j'ai recouvert d'une plaque pleine en tôle, à l'instar de la plaque du foyer Tenbrinck. J'ai obtenu ainsi une petite cavité prismatique d'environ 1,2 décimètre quarré de section sur une longueur égale à la largeur du foyer, donnant à peu près 11 à 12 litres de capacité. C'est une petite réserve qui permet d'augmenter d'autant la charge au sommet et de parcourir 1 à 1 et 1/2 kilomètre de plus, avant que les premiers intervalles des barreaux ne se découvrent, si le mécanicien s'oublie quelques instants ; car le charbon qui y est accumulé glisse très-bien à son tour au moment venu, par les trépidations de la machine.

J'ai fait l'application des barreaux triples ayant 7 1/2 millimètres d'épaisseur et laissant 7 1/2 de jour entre eux dans toute leur longueur, et ainsi, autant de jour que de plein. Ces barreaux fonctionnent bien, avec le charbon prussien, et permettent de brûler le tout-venant. Peut-être avec des houilles gailleteuses et fumeuses, serait-il préférable de revenir à une plus grande épaisseur et un plus grand intervalle, si les cendres ou mâchefers sont de nature à obstruer les vides quand ils sont petits, davantage et plus vite que quand ils sont grands, et ainsi intercepter le passage de l'air et augmenter la fumée ; c'est une étude à faire pour chaque nature de charbon. Quoique minces, les barreaux employés à l'est durent, et dureront longtemps ; cela est un fait acquis. La machine 248 a fait déjà un parcours de 25.000 kilomètres avec un jeu de ces barreaux, depuis la fin de juin ; ils sont encore en assez bon état pour durer encore toute une année.

Leur minceur même doit contribuer à les conserver au feu puisque l'épaisseur ordinaire de 20 à 22 millimètres se trouve répartie en trois épaisseurs de 7 1/2, et la même masse de métal se trouve rafraîchie par une surface trois fois plus grande. Conséquemment, l'air qui passe par la grille doit être mieux chauffé, ce qui est certainement un très-grand avantage pour l'économie de combustible.

On a essayé sur une autre ligne l'emploi de barreaux ayant des vides de largeur inégale: 5 à 6 millimètres au sommet, et s'élargissant progressivement vers le bas. Cette disposition a sans doute été pratiquée en interprétation du principe énoncé par M. Tenbrinck, que la houille doit entrer dans le foyer sur une plaque pleine pour distiller avant de brûler; on a voulu ainsi avoir une combustion faible au sommet et augmentant progressivement. Mais on n'a pas fait attention que la distillation se continuant au delà de la plaque pleine ne trouverait plus, à mesure que le charbon s'éloigne de plus en plus de la soufflerie, la quantité d'air nécessaire pour brûler une bonne partie de la fumée par la grille même, quantité qui subsiste avec des vides parallèles égaux aux pleins. Il doit en résulter une disposition à fumer, surtout avec les houilles difficiles; c'est ce qui arrive dans le cas auquel nous faisons allusion. Il semble que l'exagération de la grandeur de la soufflerie ne peut pas servir de correctif au mauvais effet d'une grille semblable, puisque la fumée doit, autant que possible, être brûlée à sa naissance, et que cette condition est moins facilement satisfaite. L'observation précédente est vraie, surtout dans notre foyer plus que pour le foyer Tenbrinck, puisque la charge se fait relativement à plus grosse dose, subitement, sur une surface de la grille plus grande et plus exposée au rayonnement, et que la distillation étant plus instantanée et plus abondante, exige au premier instant une plus grande masse d'air venant soit par la grille, soit par la soufflerie; il est possible que pour les houilles très-fumeuses, comme

celles d'Aubin, la disposition inverse du jour des barreaux serait celle qui donnerait les meilleurs résultats.

Je viens de faire un voyage en Belgique, où j'ai assisté à l'essai d'une machine destinée aux chemins algériens, munie d'un foyer Tenbrinck qui a des barreaux tels que je viens de les décrire, ayant un quart de vide pour trois quarts de plein (5 millimètres en haut, 12 en bas, 8 1/2 en moyenne pour une largeur totale de 32 1/2). La moitié supérieure de ces barreaux n'a donc qu'environ 1/14 de jour. Le charbon employé était du menu demi-gras, comme on s'en sert partout en Belgique, très-peu fumeux. Nous ne fumions pas, il est vrai; mais malgré un clapet d'air pouvant laisser un passage énorme trois fois grand comme d'ordinaire, le charbon restait noir et cru sur le haut de la grille sans que le rayonnement pût le forcer même à distiller; point de combustion, point de production, malgré un tirage énergique; enfin un service déplorable.

J'ai essayé de marcher avec et sans plaque pleine. Quoique quelques mécaniciens prétendent qu'ils ont plus de disposition à fumer quand la plaque n'y est pas, je dois convenir que je n'ai point vu de différence avec le charbon de Sarrebrücke. Peut-être cela aurait-il une influence réelle avec les charbons très-fumeux. Quoi qu'il en soit, je crois qu'il est bon de la laisser dans le foyer à prise d'air par cloison, que les houilles soient ou non fumeuses, afin d'éviter la combustion vive des matières solides et le contact des mâchefers contre la cloison, ce qui pourrait l'altérer plus promptement. Je donne à cette plaque 12 centimètres de largeur.

Le foyer Tenbrinck a eu pour résultat inattendu de procurer un décrassage d'une commodité et d'une celérité parfaites. Quoique chaque mécanicien ait adopté une manière différente de faire ce travail, celle qui est le plus employée et qui nous a semblé la meilleure consiste à arriver en station avec un feu consommé et assez bas. Avec une raclette on ramène sur la plaque pleine tout le charbon incandes-

cent, où il se maintient seul, et on ne laisse sur la grille que le gâteau de mâchefer avec aussi peu de charbon que possible. Le même homme passe alors sous la machine, ouvre le jette-feu, et avec son crochet jette à terre en deux ou trois pièces le gâteau de mâchefer; la grille est complétement découverte. Il referme aussitôt, puis en chargeant, le charbon noir entraîne le rouge, et se mêle à lui sur toute la grille. Un bon coup de souffleur, prolongé une minute, remet le feu en allure, et entraîne les traces de fumée qui se produisent à ce moment. Dans notre appareil le nettoyage est plus long et plus pénible; il se fait ordinairement moitié par le haut, moitié par le bas, souvent tout entier par le haut; les mâchefers doivent être détachés et extraits morceau par morceau. Néanmoins cette opération est bien plus facile qu'avec les foyers ordinaires, l'inclinaison de la grille favorisant singulièrement le travail. Je vais essayer une raclette de 0^m,70 de longueur emmanchée hors du milieu pour pouvoir l'entrer de biais par la porte du foyer. En ramenant et maintenant le charbon incandescent au sommet de la grille avec cet outil, on pourra aller enlever le gâteau de mâchefer mis à nu, sur les deux tiers de la grille seulement, comme dans la foyer Tenbrinck, et encore gratter par-dessous le bord inférieur de la raclette pour détacher et enlever une partie des mâchefers recouverts du charbon rouge, et après avoir relevé le jette-feu, repousser en bas les mâchefers restants pour l'opération suivante ou même les enlever de suite par la porte, avec la fourche. J'espère obtenir par ce moyen un nettoyage presque aussi prompt et aussi commode qne celui que procure l'appareil Tenbrinck. Avec les charbons qui donnent de la cendre, comme le Bessenet, on a un nettoyage très-facile.

Le chargement du combustible se fait d'une manière continue et plus parfaite, théoriquement et pratiquement avec le foyer Tenbrinck; dans le nôtre, le chargement doit se faire autant que possible au sommet de la grille,

peu à la fois et souvent, en ayant soin toutefois que la grille soit constamment recouverte d'une épaisseur convenable de combustible suffisante pour ne laisser aucun vide ni passage d'air qui refroidirait le foyer et augmenterait beaucoup la consommation. Ces prescriptions doivent être suivies avec d'autant plus de soin que la houille est plus fumeuse. A l'instant de charger, le mécanicien doit ouvrir d'abord le clapet d'air au point indiqué par l'expérience, puis il rétrécit graduellement l'entrée d'air jusque même à la fermer tout à fait, jusqu'au moment d'une nouvelle charge. En règle générale, il faut donner aussi peu d'air que possible, juste ce qui est nécessaire pour ne pas fumer. Les mécaniciens doivent éviter de charger avant d'arriver à une station et ne le faire qu'après le départ. En s'arrêtant avec la dernière charge à moitié réduite en coke, on fume à peine, et la moindre haleine du souffleur suffit pour enlever toute fumée. Dans le cas contraire, ils n'éviteraient la fumée épaisse qu'en soufflant en plein, ce qui donne un bruit assourdissant gênant pour l'exploitation et une consommation inutile de vapeur.

Notre appareil a sur celui de M. Tenbrinck l'avantage de ne pas incommoder les mécaniciens par le rayonnement intense des parois de la trémie. En outre il évite la déperdition de chaleur résultant soit de ce rayonnement, soit du refroidissement intérieur dans le foyer par suite des rentrées d'air inévitables de l'immense porte de la trémie et de la porte du haut, et par les joints et fissures des assemblages de la trémie qui jouent quand même par l'effet de la dilatation, si bien ajustés qu'ils soient. Enfin, comme nous l'avons déjà dit, dans notre disposition à cloison, l'air injecté rafraîchissant cette cloison, se trouve par cela même chauffé, ce qui est un avantage au point de vue de l'économie de combustible, et peut-être aussi de la combustion de la fumée.

Le bouilleur n'offre pas de différence avec celui du foyer Tenbrinck. Il procure les mêmes avantages que lui, se com-

porte de la même manière, et aura une durée égale. Toutes les préventions, toutes les critiques qui ont été dirigées contre cet organe se trouvent de plus en plus erronées à mesure que le temps s'écoule et que les applications deviennent plus nombreuses. Un autre résultat inattendu du bouilleur Tenbrinck est la conservation non-seulement de la partie tubulaire de la plaque du foyer et de la tubulure, mais encore de toutes les rivures même du foyer. Le bouilleur, libre comme il l'est de se dilater en tous sens, reçoit le coup de feu sans souffrir et préserve les viroles et les rivures qui n'ont plus à subir comme par le passé les alternatives de refroidissement et de dilatations. On n'entend plus parler de fuites aux viroles ni ailleurs, et le tamponnement d'un tube en marche pour cette cause est devenu une chose à peu près inconnue avec ces machines.

Quoique l'installation et de la grille inclinée de la cloison à air masque une partie considérable des parois du foyer, la surface de chauffe, au lieu d'être diminuée, est de quelques décimètres plus grande, grâce au bouilleur. Si nous prenons pour exemple la machine mixte de la série 189 à 122 et 243 à 258, on obtient les résultats suivants :

	TENBRINCK.	BONNET. (Cloison.)	BONNET. (Entre-toises creuses.)
	mèt.	mèt.	mèt.
Surface du foyer ordinaire........	7,2000	7,2000	7,2000
En plus.....	1,5760	1,5310	1,6530
Total.	8,7760	8,7310	8,8530
En moins.................	1,4713	1,4793	1,0223
Surface du foyer fumivore........	7,3047	7,2517	7,8307

Ainsi tous ces foyers ont une surface de quelques décimètres plus grande que le foyer primitif. Le foyer Tenbrinck a seulement 5,30 décimètres de plus que le foyer à cloison

d'air, et 51,60 décimètres de moins que l'appareil à entretoises creuses.

Nous allons maintenant comparer la dépense de l'application à deux machines existantes :

Cinq machines Tenbrinck : 0,37 0,45 198 202 et 244 ont donné :

	fr.	
Matières.	7.327,50	
Main-d'œuvre. . .	4.357,71	
Total.	11.685,21	sans frais généraux.
En déduisant. . . .	1.506,37	vieilles matières.
Reste.	10.178,84	
Dont le cinquième.	2.035,77	représente la dépense par machine.

Deux machines Bonnet 114 et 118 ont donné une dépense de :

	fr.	
Matières.	2.157,76	
Main-d'œuvre. . .	969,88	
Total.	3.127,64	sans frais généraux (pas de vieille matière).
Dont la moitié. . .	1.563,82	représente la dépense par machine.

Les prix précédents sont tels que les fournit la comptabilité de l'atelier. Je n'en garantis pas autrement la sincérité. Jusqu'à présent on n'a pas appliqué de foyer à d'autre machine que celles qui rentraient à l'atelier en réparation, et l'on n'a pas fait pour l'appareil fumivore de prix de revient distinct de la dépense de réparation, si ce n'est pour quelques commandes, entre autres celles que j'ai prises pour exemple : voilà pourquoi je ne garantis pas la sincérité des chiffres énoncés. Et comme dans chacune des commandes on a porté en bloc la dépense des foyers fumivores des cinq machines d'une part, des deux machines d'autre part, cela oblige à prendre la moyenne pour chaque foyer, quoique comprenant des machines de trois types différents ; mais comme les foyers de ces trois types sont très-notablement semblables, que les bouilleurs et autres pièces y sont les mêmes, nous croyons que la comparaison de la dépense, au point de vue de l'équivalence des machines, est néanmoins satisfaisante. Quelle que soit la vérité sur les chiffres 2.035f,77 et 1.563f,82, s'appliquant à des

machines équivalentes, il n'en est pas moins vrai que, outre l'avantage de ne pas altérer les foyers et de les retrouver intacts au besoin, avantage qui passe avant toute considération sur la différence des prix, on a de plus une économie d'environ un quart sur les prix de transformation.

En outre, si l'administration des travaux publics venait à exiger l'exécution rigoureuse du cahier des charges pour la combustion de la fumée dans les machines à marchandises, pour recevoir l'appareil Tenbrinck, chaque machine devrait venir au grand atelier subir un travail de chaudronnerie qui durerait bien deux mois; tandis que pour recevoir le nôtre, dont toutes les pièces peuvent être préparées d'avance, la machine n'aurait à subir qu'un arrêt de quinze jours environ et sans être à la rigueur obligée de rentrer à l'atelier, sans subir aucun démontage.

Quant aux consommations, le tableau ci-joint, extrait des feuilles de consommation kilométrique qui servent à liquider les primes d'économie de combustible allouées aux mécaniciens, permet de juger que l'appareil simplifié, quoique théoriquement moins parfait, ne donne pas pour cela des résultats économiques inférieurs à ceux du foyer Tenbrinck, substituant comme lui la houille au coke, en moyenne poids pour poids, et permettant comme lui de brûler avantageusement la houille tout-venant de Sarrebrücke.

La situation des machines fumivores aux chemins de l'Est, à ce jour, est la suivante :

SORTIES.	TENBRINCK. Roues libres.	TENBRINCK. Mixtes.	TENBRINCK. Marchandises.
1859			
Novembre.	»	91	»
1861			
16 avril	»	»	0,114
3 juillet.	16	»	»
9 juillet.	21	»	»
9 septembre. . .	»	196	»
1862			
7 mars.	»	198	»
10 avril.	»	202	»
10 mai.	»	244	»
mai.	»	»	0,37
mai.	»	»	0,45
juillet.	»	191	»
juillet.	»	203	»
août.	»	255	»
25 septembre. . .	»	207	»
En chantier. . . .	»	»	0,75
	»	»	0,77
	»	»	0,38
	»	»	0,42
	»	197	»
	»	219	»
	296	»	»
Neuves en construction (Graffenstades).	. . . .	346 à 361	»
Neuves en construction (atelier d'Epernay). . . .	. . . .	. . . .	0,285 à 0,289
Total : 42 machines.			

SORTIES.	BONNET. Roues libres.	BONNET. Mixtes.	BONNET. Marchandises.
1862			
30 mars.	»	248	»
5 juin.	»	118	»
3 juillet.	»	114	»
12 juillet.	10	»	»
10 septembre.. .	»	»	0,206
15 septembre.. .	»	204	»
20 septembre.. .	»	95	»
2 octobre. . . .	3	»	»
6 octobre. . . .	»	214	»
9 octobre. . . .	»	110	»
15 octobre. . . .	»	200	»
30 octobre. . . .	»	150	»
19 novembre. . .	»	111	»
En chantier.. . .	»	195	»
	»	133	»
	»	249	»
	»	»	0,66
	»	344	»
Total : 18 machines.			

Ainsi, tandis que M. l'ingénieur en chef du matériel, agissant avec une grande prudence, n'a autorisé l'application du foyer Tenbrinck à une seconde machine que dix-huit mois après la première, on voit que dans l'espace de sept mois et demi notre appareil a été appliqué à dix-huit machines. M. Vuillemin, agissant vis-à-vis de nous avec la même prudence qu'autrefois vis-à-vis de M. Tenbrinck, continue encore à appliquer le foyer Tenbrinck aux machines neuves, et aux machines anciennes dont les foyers ont à subir de grandes réparations; les machines 0,75, 0,77, 0,38, 0,42, 197, 219 et 296 sont dans ce cas.

Les différentes natures de charbons que nous avons expérimentés dans notre appareil ne sont, malheureusement, pas encore bien nombreuses. Je n'ai essayé que des houilles maigres non collantes, celles de Saarbrücke, de Bézenet et d'Aubin.

Les houilles maigres du bassin de Saarbrücke sont exclusivement employées sur le réseau de l'Est, et je ne puis guère parler avec détail et certitude que de celles-là. Tout ce que j'ai dit de général dans la description qui précède se rapporte aux charbons de cette provenance. Ils sont maigres, non collants, très-fumeux. Ils contiennent ordinairement 15 à 20 p. 100 de partie pulvérulente. A part l'allumage et les moments de décrassage, ils brûlent absolument sans fumer, pas même au moment de la charge. Les cendres produisent des mâchefers qui se forment en une croûte d'épaisseur uniforme et continue entre la grille et le combustible. Ces mâchefers se détachent facilement et d'une pièce. De même que dans le foyer Tenbrinck, l'inclinaison de 35° est celle qui paraît convenir le mieux pour le chargement au sommet de la grille afin qu'elle s'alimente par la gravité. Nous brûlons couramment le tout-venant au moyen des grilles à petits barreaux dont j'ai parlé plus haut.

Les houilles maigres de Bézenet (Allier), que nous avons essayées tout récemment en même temps que celles d'Aubin, ont donné de très-bons résultats. Si les houilles de cette provenance sont bien conformes à l'échantillon que nous avons étudié, elles sont gailleteuses et contiennent si peu de menu que la grille à barreaux serrés n'est plus nécessaire. Elles brûlent sans fumer; mais elles ont une distillation brusque, qui, dans notre foyer où la charge arrive par doses fortes et intermittentes, donne tout à coup une grande quantité de gaz et fumées qui exigent au premier instant une très-grande quantité d'air, soit par la soufflerie, soit par les vides du sommet de la grille. Il faut ouvrir

le clapet d'air presque en entier au moment de la charge; au bout de 15 à 20 secondes on peut le refermer presque tout à fait, et peu après le fermer entièrement. On est obligé d'observer plus exactement le chargement au sommet de la grille pour ne pas fumer. Ces houilles descendent parfaitement avec l'inclinaison de 35°, d'autant mieux qu'elles ne font pas de mâchefers. J'ai dit qu'elles ne fumaient pas; cependant au moment de la charge nous avons eu quelques faibles traces de fumée qui disparaissaient entre l'introduction de chaque pellée, après deux ou trois bouffées d'échappement; je reviendrai sur ce point en parlant de la houille d'Aubin. A part cette circonstance qui ne peut être une objection sérieuse, d'autant moins qu'il est très-facile d'y remédier, cette houille a fait un service excellent. Les résidu ssont des cendres pulvérulentes qui procurent un nettoyage des plus faciles; mais ces cendres ont l'inconvénient de voler et de s'attacher aux organes des machines.

Les houilles maigres d'Aubin (Aveyron) ont aussi donné des résultats satisfaisants; mais elles sont bien plus difficiles à gouverner et exigent plus de soins. L'échantillon que nous avons expérimenté était gailleteux comme le Bézenet et contenait très-peu de menu; la grille à barreaux minces ne serait pas non plus nécessaire. Ce charbon est plus fumeux que le précédent. Il donne comme lui une distillation très-brusque plus abondante encore, et aussi plus persistante. Il exige encore plus d'air au moment de la charge, mais cependant pas plus longtemps; il faut le charger plus exactement au sommet. Il ne se colle pas; mais comme il fait des mâchefers très-gras qui ne s'affaissent pas sur la grille comme ceux de Saarbrücke, et qui restent comme de l'éponge dans la masse du combustible, il ne descend pas tout à fait aussi bien que les charbons de Saarbrücke, et il faut veiller davantage à ce que la grille ne se dégarnisse pas par places. Il faut même parfois envoyer une pelle

de charbon en quelques places, sinon régaler avec le pique-feu. Cette opération donne quelques bouffées de fumée légère qui disparaît aussitôt que l'on a terminé.

Ces houilles produisent le même effet que celles de Bézenet : elles ne fument pas, si ce n'est au moment de la charge; seulement cet effet est plus intense et plus persistant qu'avec le Bézenet. J'ai vu récemment l'inventeur d'un nouveau système de foyer fumivore jeter un peu d'eau sur le charbon avant de le charger, de manière à l'humecter seulement. Je n'ai pas trop cherché alors à me rendre compte de cette pratique; la raison cependant en est simple. Nos charbons de Bézenet et d'Aubin étaient secs au moment des essais; en les remuant, il volait de la poussière. C'est cette fine poussière, déjà presque à l'état de noir de fumée, qui, au moment où chaque pellée est projetée et tombe sur la grille, tourbillonne et est entraînée par le tirage avant d'avoir pu se brûler, et qui, en se décomposant plus loin, au delà du bouilleur, par l'action de la chaleur, donne les bouffées de fumée dont j'ai parlé. Cet effet a disparu complétement à l'instant où, me rappelant ce que j'avais vu pratiquer, j'ai fait humecter légèrement le charbon avant de le charger. Ce moyen vaut-il la peine d'être employé pour éviter quelques bouffées d'une fumée à peine visible qui ne saurait être imputée à inconvénient? Nous ne le pensons pas. D'ailleurs nous ferons remarquer que les foyers de l'Est, qui sont suffisants pour brûler les charbons de Sarrebrücke, absolument sans fumer même à la charge, peut-être bien parce que le menu est toujours un peu frais, comme s'il était doué d'une certaine hygrométricité, auraient besoin de proportions différentes, déterminées par le raisonnement ou par le tâtonnement, pour un autre charbon; et nous croyons que, pour l'Aubin, par exemple, la modification du clapet d'air indiqué plus haut serait d'un excellent effet.

Le charbon d'Aubin donne une production abondante et en définitive un bon service. Le nettoyage de la grille n'est

pas notablement plus difficile qu'avec le charbon de Saarbrücke par le procédé actuellement employé.

Je n'ai pas fait d'observations précises sur les consommations des houilles de Bézenet et d'Aubin; elles m'ont paru à peu près équivalentes à celles des houilles de Saarbrücke.

Je n'ai pas encore pu expérimenter les houilles grasses de Ronchamp. Je chercherai l'occasion de faire prochainement cet essai, dont il serait intéressant de connaître les résultats.

En résumé, l'expérience a démontré que notre foyer peut brûler avantageusement et sans fumer les houilles françaises, qui sont réputées pour être les plus fumeuses et les plus difficiles. Toutefois il n'est pas autofumivore; il lui faut la main de l'homme, et c'est toujours la faute du mécanicien quand une machine fume. La conduite du feu est des plus faciles et ne demande pas plus de soins et de peines qu'un foyer ordinaire marchant à la houille; encore faut-il les donner. Nous sommes au début d'une nouvelle méthode; les hommes manifestent toujours de la répugnance pour embrasser les innovations; l'emploi de la houille crue venant remplacer le coke, il y a sept ans, en a été un exemple frappant. Nous espérons qu'ils rompront de même avec la routine quand ils verront les avantages matériels que la nouvelle méthode peut leur procurer. Déjà, sur la partie du réseau de l'Est comprise entre Paris et Troyes, où sont les cinq machines 110, 111, 114, 118 et 150, les mécaniciens font de telles économies qu'ils se disputent ces machines à mesure qu'elles arrivent. Quand l'émulation est stimulée de la sorte, on peut bien affirmer qu'un problème de cette nature se trouve pratiquement résolu.

Épernay, le 20 novembre 1862.

COMPARARAISON DES CONSOMMATIONS

Entre les machines fumivores et les autres machines de même type faisant le même service.

DATES.	DÉPÔT DE PARIS. Mixtes faisant le service entre Paris et Châlons.			ÉPERNAY. Roues libres entre Épernay et Reims.		TROYES. Mixtes entre Paris, Chaumont et Mortcerf.		METZ. Roues libres entre Forbach et Nancy.		NANCY. Roues libres entre Nancy et Épinal.		NANCY. Marchandises entre Bar-le-Duc et Strasbourg.		Observations.
	Coke.	Houille.		Coke.	Houille.	Coke.	Houille.	Coke.	Houille.	Coke.	Houille.	Houille.		
	Foyer ordinaire.	Tenbrinck.	Bonnet. 248	Foyer ordinaire.	Bonnet. 10	Foyer ordinaire.	Bonnet 118	Foyer ordinaire.	Tenbrinck. 16	Foyer ordinaire.	Tenbrinck. 21	Foyer ordinaire.	Tenbrinck.	
1862														
Avril	7,57	9,66	11,57	»		»	»	7,22	7,69	6,38	7,26	»	»	(*)
Mai	7,49	8,76	7,04	»	»	»	»	7,10	5,49	6,56	7,37	»	»	
Juin	7,40	8,01	7,40	»	»	8,15	7,99	6,54	6,18	.	»	»	»	
Juillet	7,67	8,52	7,94	»	»	8,66	7,84	6,84	5,82	»	»	13,78	11,49	
Août	8,00	8,24	8,66	7,80	7,11	8,85	9,34	7,09	6,48	6,35	8,27	13,23	12,63	
Moyennes	7,62	8,64	8,52	7,80	7,11	8,55	8,39	6,96	6,32	6,43	7,63	13,50	12,06	

(*) En avril, mai et juin, la machine 248 appartenait au dépôt d'Épernay et faisait le service sur Reims et Paris.

NOTE

SUR L'APPAREIL FUMIVORE DE M. FRIEDMANN.

Par M. COUCHE,

ingénieur en chef du contrôle, professeur à l'École des mines.

On a essayé, il y a quelques mois sur les chemins de fer de l'Est et du Nord, une locomotive belge, pourvue d'un appareil fumivore très-simple, dû à M. Friedmann. Il se compose (Pl. XIV, *fig.* 9) d'une hotte renversée, en tôle, appliquée contre la plaque de porte, et accessoirement de deux regards latéraux pour visiter la plaque tubulaire, et d'une double rangée de tubes à air avec clapet, placée au-dessous de la hotte, et destinée à concourir au besoin, avec la porte, à l'admission d'air au-dessus du combustible.

L'organe essentiel, la hotte, n'est pas autre chose que l'auvent bien connu, mais avec des dimensions beaucoup plus grandes et avec des effets bien plus prononcés de rabattement et d'inflexion de l'air introduit directement dans le foyer. L'auteur attribue de plus, à cette masse métallique, un autre rôle essentiel, analogue à celui des voûtes en briques adoptées par quelques inventeurs : c'est de contribuer, par la chaleur qu'elle emmagasine, à l'échauffement préalable de l'air qui pénètre par la porte; l'épaisseur considérable donnée à la paroi de la hotte, surtout vers sa partie inférieure, où elle est formée d'une triple épaisseur de tôle de $0^m,015$, n'a donc pas pour objet d'augmenter sa solidité et sa durée; d'après ce que m'a dit M. Friedmann, c'est

l'expérience qui l'a conduit à augmenter graduellement les épaisseurs, et il s'est arrêté à celles qui suffisent pour donner à l'appareil son maximum d'efficacité.

Entre les mains d'un mécanicien exercé et soigneux, cet appareil est suffisamment fumivore, même avec la houille de Saarbrücke, mais à condition de marcher avec la porte toujours ouverte, et largement ouverte. Pendant l'essai auquel j'ai assisté, la fumée apparaissait immédiatement dès qu'on tentait, non de fermer la porte, mais seulement de la tenir entre-bâillée, avant que la distillation du charbon fût complète. — Quand tout le charbon est transformé en coke on peut, cela va sans dire, fermer la porte impunément quant à la fumée; mais alors la hotte rougit, et sa conservation exige encore qu'on tienne la porte ouverte (*).

S'il ne s'agissait que de supprimer la fumée, M. Friedmann résout le problème et le résout par un moyen très-simple. Mais cette simplicité serait un bien mince avantage si la suppression de la fumée n'était obtenue qu'au prix d'un accroissement notable de la consommation de charbon; et à ce point de vue, cet accès direct dans le foyer constamment et largement ouvert à l'air extérieur, est au moins fort suspect.

La hotte préserve convenablement les viroles et la plaque tubulaire contre l'impression immédiate de l'air, et élimine ainsi une des deux objections que soulève la marche à porte ouverte; mais l'autre, l'admission d'air en grand excès et sa conséquence inévitable, le surcroît de consommation de charbon, subsistent, jusqu'à preuve du contraire.

On suppose souvent qu'un foyer fumivore est par cela même un foyer économique. Il s'en faut du tout au tout.

(*) M Friedmann pose lui-même ce principe: « La porte, » dit-il dans une instruction qu'il a préparée sur l'emploi de son appareil, « ne doit jamais être entièrement fermée;..... en marche. « l'ouverture est de 5 à 10 centimètres...... »

La fumivorité et l'économie sont choses parfaitement distinctes, et même, le plus souvent, en fait elles s'excluent. Des observations prolongées, faites par la société industrielle de Mulhouse, ont parfaitement établi, ou plutôt confirmé, ce principe : que la marche la plus économique correspond, dans les foyers ordinaires, à la production d'une fumée noire.

Cela se conçoit ; la condition du maximum d'économie du combustible n'est pas de brûler la fumée, c'est de brûler complétement les gaz, *et cela avec la quantité d'air strictement nécessaire*. Tout est là. Quant à ces particules de charbon très-divisé qui colorent le courant des produits de la combustion, — semblables au grain de carmin suffisant pour colorer une grande masse d'eau, — peu importe, pour l'économie, qu'elles échappent ou non à la combustion.

Si, en raison de l'imperfection du mélange de l'air et des gaz, et de l'insuffisance de leur parcours dans le foyer, un appareil exige pour la combustion de la fumée un grand excès d'air, il est à la fois fumivore et anti-économique ; la plupart des appareils connus en sont là.

D'autres, non moins fumivores, peuvent être non moins anti-économiques pour le motif inverse, c'est-à-dire *par défaut d'air*. Tel est l'appareil de M. Duméry essayé dans les locomotives et caractérisé, comme on sait, par l'introduction du charbon frais sous le charbon distillé. L'oxygène afflue en proportion suffisante au niveau inférieur, c'est-à-dire dans le charbon frais, là où la fumée tend à se former ; elle est brûlée, ou plutôt prévenue. Mais plus haut, dans le charbon distillé l'oxygène manque ; les gaz combustibles sont incomplétement brûlés ; l'appareil est fumivore, mais, sous la forme essayée, du moins, il n'est pas économique.

L'appareil de M. Tenbrinck, soit tel que cet ingénieur l'a disposé, soit avec la simplification introduite par un autre ingénieur, M. Bonnet, semble, *à priori*, de nature à concilier les deux avantages : suppression de la fumée, production

économique de la vapeur; et l'expérience déjà prolongée du service courant, seule concluante en matière de consommation, confirme cette appréciation.

La hotte de M. Friedmann paraît au contraire appartenir essentiellement à la catégorie des appareils fumivores *par grand excès d'air*, et excluant dès lors l'économie. L'action calorifique exercée d'après M. Friedmann, par une hotte d'une épaisseur suffisante, expliquerait d'ailleurs comment l'air peut être admis en grand excès sans entraîner un refroidissement intérieur; qui se révélerait par la production de la fumée.

Une machine du chemin de fer de l'Est, pourvue de cet appareil, va au surplus être mise en service. Des essais auront lieu aussi sur d'autres lignes, de sorte qu'on saura bientôt à quoi s'en tenir sur la valeur de cette disposition. Il faut jusque-là réserver son jugement, et ne pas oublier que si l'appareil Friedmann possède incontestablement deux avantages très-réels, la simplicité et l'efficacité, cela ne suffit pas.

REVUE

DE L'EXPLOITATION DES MINES.

Par M. CALLON,

Ingénieur en chef, professeur à l'École des mines.

La présente note fait suite à celle qui a été insérée dans les *Annales des mines* (tome XX, année 1861), et qui avait pour objet de résumer les principaux perfectionnements réalisés dans l'art des mines depuis un certain nombre d'années.

Je dois commencer par mentionner ici deux observations qui m'ont été adressées à l'occasion de ce premier travail.

L'une est de M. de Sinçay, directeur général de la Vieille-Montagne, qui revendique pour un des ingénieurs de cette compagnie l'invention du *Strom-Apparat*, que j'ai indiqué comme un des meilleurs moyens d'obtenir à la suite du bocardage des sables bien débourbés. Je disais que cet appareil avait été établi par MM. Sievers et compagnie et fonctionnait avec succès dans plusieurs établissements de la Vieille-Montagne. Or en fait le *Strom-Apparat* a été projeté par M. O. Bilharz, ingénieur attaché à l'établissement de Moresnet (Vieille-Montagne); le premier appareil a été construit d'après ses plans et sous ses yeux au commencement de 1859, dans l'atelier même de cet établissement. Le second, à la suite de divers perfectionnements introduits par MM. Braun et Bilharz, a été, il est vrai, construit chez MM. Sievers, mais sur des dessins fournis par la direction de Moresnet. Ce n'est qu'ultérieurement que M. Neuenburg, ingénieur de la maison Sievers, a conçu et réalisé l'idée de faire entrer cet ingénieux appareil dans la composition de sa machine à laver les charbons.

La seconde observation m'a été adressée par M. Lebleu, ingénieur des mines, au sujet des lavoirs qu'il a établis dans le bassin houiller de Brassac, et dont ma note ne parle pas. Je répondrai que mon silence ne doit en aucune façon être considéré comme un

critique de cet appareil. Le lavage de la houille a été dans ces dernières années l'objet d'une foule d'essais dont l'énumération n'entrait pas dans le cadre de mon travail. Je me suis borné à appeler l'attention, en termes généraux, sur l'importance de la question du lavage, et à citer seulement les deux ou trois types d'appareils dont l'usage est, en ce moment, le plus répandu. Je n'aurais d'ailleurs rien eu à ajouter aux détails très-circonstanciés donnés par M. Lebleu lui-même dans une intéressante notice insérée au tome XVI (1859) des *Annales des mines*.

Je viens aux faits nouveaux que j'ai à faire connaître, et pour l'exposé desquels je suivrai le même ordre que dans mon premier travail.

Travaux de recherches et d'exploration. — Je n'ai rien à ajouter à l'énumération que j'ai présentée des découvertes importantes faites dans ces dernières années sur divers points du territoire de l'empire. Je me bornerai à donner quelques détails sur les deux points les plus importants, le Pas-de-Calais et la Moselle.

Dans le Pas-de-Calais, l'exploitation suit une progression rapide, ainsi que le montre le tableau suivant :

Année	1853	66.000 tonnes.
	1854	113.800
	1855	149.800
	1856	268.200
	1857	408.300
	1858	462.200
	1859	505.500

Dans le même intervalle de temps, la production du bassin de Valenciennes ne s'est accrue que de 1.327.800 à 1.535.800 tonnes. L'ouverture récente du chemin dit *des Houillères*, entre Arras et Hazebrouck, va favoriser encore ce rapide développement du bassin du Pas-de-Calais.

Dans le département de la Moselle, où les recherches sont de date plus récente, et où d'ailleurs les difficultés d'installation sont beaucoup plus considérables que dans le Pas-de-Calais, la production n'est encore, en ce moment, que sur le pied d'environ 120.000 tonnes; mais il y a lieu d'espérer qu'elle recevra en 1863 un notable accroissement.

Deux puits sont en cours d'exécution, l'un par les procédés ordinaires, l'autre par le système de MM. Kind et Chaudron.

En même temps on travaille au chemin de fer qui doit relier à la ligne de l'Est l'ensemble des houillères.

Fonçage des puits. — J'ai indiqué en quoi consistent les perfectionnements qu'ont reçus les procédés de fonçage, grâce aux travaux de MM. Triger, Kind et Chaudron et Guibal, perfectionnements tels qu'il semble permis désormais d'aborder, avec des chances sérieuses de succès, l'attaque d'un bassin houiller, quelle que soit la nature des morts terrains qui le recouvrent.

MM. Pereire et S. Mony, propriétaires d'une des concessions récemment instituées dans le bassin de la Moselle, viennent de commencer un siége d'exploitation complet, qui sera composé de deux puits distincts, l'un à grande section pour l'extraction et l'épuisement, l'autre à petite section pour la sortie de l'air. Il est probable que ces puits devront être cuvelés jusqu'à 170 mètres, c'est-à-dire dans toute la traversée du grès des Vosges et du grès rouge, qui recouvrent sur ce point le terrain houiller. Le grès des Vosges a donné, dans les travaux de fonçage des concessions voisines, jusqu'à 140 hectolitres d'eau par minute. L'emploi du procédé Kind et Chaudron est ici indiqué à la fois par la nature des terrains aquifères dont les couches, assez solides et presque horizontales, se prêtent parfaitement au travail de la sonde, et par l'énorme affluence des eaux, qui, par les procédés ordinaires, occasionnerait tout au moins de très-grands frais d'épuisement et pourrait même aller jusqu'à équivaloir, en quelque sorte, à une impossibilité. Cet important travail permettra d'établir une comparaison d'un grand intérêt technique entre le procédé spécial qu'on va y employer et les procédés ordinaires.

Installation permanente des puits d'extraction. — J'ai indiqué, dans mon exposé de l'année dernière, les principes qui semblent généralement devoir être appliqués dans l'installation d'un siége d'extraction établi en vue d'une forte production.

Cette forte production, qui a des avantages évidents au point de vue de la réduction des frais spéciaux, est d'autant plus désirable qu'il s'agit de puits plus profonds et plus dispendieux à installer.

Sous ce rapport, il a été réalisé de très-grands progrès depuis une quinzaine d'années, dans les principaux bassins houillers du continent. On ne faisait d'ailleurs en cela que suivre la voie ouverte par les exploitants du bassin de Newcastle. Mais ces derniers, de leur côté, ne se sont pas arrêtés dans cette voie, et c'est encore à Newcastle que se trouvent les puits outillés sur le pied le plus large et ayant l'extraction la plus active. On peut citer comme exemple remarquable le puits Ryhope, près de Sunderland, d'une profondeur d'environ 464 mètres, duquel on extrait 1.800 tonnes en 24 heures. On sort 2ᵗ,8 à la fois, et une manœuvre complète dure 70". Cette

énorme production ne s'obtient, il est vrai, qu'avec un double poste complet de jour et de nuit; de sorte que la production par poste, d'une durée totale qui ne peut excéder douze heures, est de 900 tonnes; mais ce chiffre lui-même est exceptionnel, et dans les mines dont la production journalière s'en rapproche, on a généralement un poste d'extraction de 14 à 15 et même 16 heures.

Le puits Ryhope est, comme tous les puits *profonds* de Newcastle *sans exception*, muni de câbles plats en fil de fer. Les câbles de ce puits pèsent uniformément 44 livres par fathom, ou près de 11 kil. par mètre courant, soit 6.000 kil. pour le poids total de chaque câble (y compris la portion qui reste enroulée sur la bobine et celle qui va de la bobine aux molettes). Cette disposition d'un câble à section uniforme prête à la critique : un semblable câble, en effet, au lieu d'avoir une section constante, devrait être *diminué*, c'est-à-dire établi de manière à avoir en chaque point une section proportionnelle à la charge totale qu'elle supporte, y compris le poids de la longueur du câble entre cette section et la cage. Il est facile de calculer l'économie de poids qui en résulterait, tout en restant *dans les mêmes conditions de résistance*.

Voici les éléments de ce calcul :

Poids du câble, 44 livres anglaises par fathom courant, soit $10^{k},89$ par mètre;

Charge utile, 2.800 kil.;

Poids mort, (cages, wagons et chaînes) 3.000 kil.;

Charge totale à l'extrémité du câble, 5.800 kil.;

Poids de la longueur du câble qui pend dans le puits, $10,89 \times 464 = 5050$ kil.;

Charge totale maximum sur le câble près des molettes au départ, $5.800 \times 5.050 = 10.850$ kil.;

D'où rapport du poids du câble par mètre courant à la charge maximum qu'on lui fait supporter $\frac{10,89}{10.850} = 0,001,003$, ou en nombre rond $\frac{1}{1000}$.

Soit actuellement :

P' le poids par mètre courant d'un câble ayant une section égale à l'unité;

P la charge à laquelle ce câble peut être soumis;

A' la section du câble considéré ci-dessus;

a la section au point de suspension de la cage, du câble diminué équivalant à ce même câble;

A la section variable du câble diminué, à une hauteur h quelconque au-dessus de ce point.

On a d'abord la relation $\frac{P'}{P} = \frac{1}{1000}$, comme on vient de le voir.

Puis

$$P'A' = 10^k,89, \text{ et } Pa = 5.800 \text{ kil.}$$

On a en outre, pour exprimer que la fatigue est constante dans toutes les sections du câble diminué, l'équation différentielle :

$$P'A\ dh = PdA \ldots\ldots \frac{P'}{P} dh = \frac{dA}{A},$$

d'où

$$\frac{P'}{P} h = lA + c,$$

et comme pour $h = 0$, on doit avoir $A = a$, il vient :

$$\frac{P'}{P} h = lA - la \ldots\ldots A = ae^{\frac{P'}{P}h}.$$

La section A_1 au gros bout, s'obtiendrait en posant :

$$h = H = 464^m, \text{ d'où } A_1 = ae^{\frac{464}{1000}}.$$

Pour avoir le poids Q du câble, on prendra l'intégrale :

$$Q = \int_0^H P'Adh = \int_a^{A_1} PdA = P(A_1 - a) = Pa\left(e^{\frac{P'}{P}H} - 1\right)$$
$$= 5800\left[e^{0.464} - 1\right],$$

d'où :

$$Q = 0,5904 \times 5.800 = 3.450 \text{ kil.}$$

Le poids par mètre courant sera :

Au petit bout, $\frac{1}{1000}$ (5.800 kil. $= 5^k,8$;

Au gros bout, $\frac{1}{1000}(5.800 + 3.450) = 9^k,25$;

Et en moyenne, $\frac{3450}{464} = 7^k,43$, au lieu de $10^k,89$.

Ainsi, en résumé, en remplaçant, dans le puits dont il s'agit, le câble de grosseur uniforme qui y fonctionne par un câble diminué, on en réduirait le poids de 1.600 kil., et l'on réduirait d'une égale quantité la charge de la machine à l'enlevage.

Avec ce perfectionnement qu'il ne paraît pas beaucoup plus difficile d'appliquer aux câbles en fer qu'aux câbles en chanvre ou en aloès, pour lesquels il est déjà pratiqué, je pense que les premiers doivent être préférés, en général, pour leur plus grande durée et pour leur moindre poids à force égale (1). Ce perfectionnement lui-même a d'ailleurs d'autant plus d'importance qu'il s'agit d'un puits plus profond; il devient presque indispensable pour un puits qui dépasse 600 à 650 mètres, sous peine d'arriver, avec des câbles à section constante, à des poids inadmissibles.

On voit même par la relation $\frac{P'}{P} = 1000$, qu'à une profondeur de 1.000 mètres le câble uniforme serait suffisamment chargé par son propre poids, et ne pourrait plus rien enlever, tandis qu'on aurait pour le câble diminué dans les conditions de charge indiquées plus haut :

$$Q = 5.800\,(e - 1) = 9.966 \text{ kil.}$$

Le poids par mètre courant au petit bout devrait toujours être de $5^k,8$; il serait de 15,77 au gros bout, et seulement de $9^k,966$ en moyenne, c'est-à-dire encore inférieur à celui du câble qui fonctionne au puits dont nous nous occupons.

Matériel d'exploitation et de roulage. — Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit sur le matériel de roulage, sinon que les avantages d'un matériel de capacité moyenne semblent de plus en plus appréciés, et que plusieurs exploitations, où j'ai pu observer récemment la substitution, à un gros matériel tenant plus de 1.000 kil., d'un matériel d'une capacité à peu près moitié moindre, se félicitent beaucoup de cette modification.

Quant au matériel d'exploitation, je dois dire ici quelques mots de diverses tentatives qui ont pour objet le perfectionnement des méthodes d'abatage et de l'outillage de l'ouvrier mineur.

Cette question, à vrai dire, n'est pas nouvelle, et déjà à l'exposition universelle de 1851 se voyait une machine destinée à faire dans les chantiers à la houille le travail de la sous-cave et des en-

---

(*) Dans la note insérée aux *Annales des mines* de 1861, il est dit : Le poids d'un câble en fil de fer peut certainement ne pas dépasser *la moitié ou le tiers* de celui d'un câble en chanvre de même force, il faut lire *la moitié ou les deux tiers.* Je dois même ajouter que dans ces derniers temps on a successivement augmenté la charge des câbles ordinaires, de manière que leur poids arrive à ne pas dépasser de plus de 15 à 20 p. 100 celui des câbles en fer pour les mêmes charges; mais alors ceux-ci présentent certainement un excès de résistance.

tailles. Cette machine encombrante, dont la mise en chantier et le déplacement journalier devaient prendre presque autant de temps qu'en aurait pris le procédé ordinaire pour faire le travail qui lui était demandé, ne s'est nullement répandue. Un chantier à la houille avance rapidement; les produits de l'abatage journalier l'encombrent, la pose des boisages, celle de la voie, souvent le service des remblais, exigent que le chantier soit libre après le travail des mineurs et des chargeurs. On peut donc douter de l'utilité pratique d'un moyen mécanique de ce genre pour l'abatage de la houille.

Cela paraît assez généralement admis, et les essais dont je vais parler ne concernent que le travail dans les roches dures qui s'abattent à la poudre.

M. Lisbet, ingénieur des mines de Bully-Grenay (Pas-de-Calais), a proposé un outil, qu'il nomme *perforateur*, destiné à remplacer les fleurets ordinaires pour le percement des coups de mines. A la percussion à l'aide de la massette, l'outil substitue un mouvement de rodage que les mineurs impriment à une espèce de mèche, à l'aide d'une manivelle ou d'une sorte de levier de *la Garousse*. C'est l'expérience seule qui peut dire lequel de ces deux modes est le plus prompt et le plus économique pour produire le résultat voulu, c'est-à-dire *la pulvérisation d'une certaine quantité de la masse du rocher*. Depuis longtemps ce rodage est employé pour certaines roches tendres, par exemple dans l'exploitation des plâtrières des environs de Paris. L'expérience faite dans le Pas-de-Calais, puis dans la Moselle, montre qu'on peut l'appliquer également aux roches dures, et même elle semblerait indiquer qu'il présente d'autant plus d'avantages sur le travail du fleuret qu'il s'agit d'une roche plus dure, surtout si elle est en même temps à grain fin et homogène.

L'économie de temps dans l'acte même du forage a été trouvée dans plusieurs essais de 25 p. 100, 50 p. 100 et même de 90 p. 100, selon la nature des roches, et même en y comprenant la pose de l'outil. Mais ces résultats ont évidemment besoin d'être confirmés par une pratique plus prolongée. On a reconnu que le maniement de l'outil exigeait une certaine habileté et ne pouvait être confié au premier ouvrier venu. En outre on remarquera que cet appareil ne paraît pas facilement employable ailleurs que dans une galerie à roche de petite section, parce qu'on a besoin de s'arc-bouter contre les parois pour avoir un point d'appui. Cette circonstance semble l'exclure dans le cas des galeries à grande section et des chantiers à ciel ouvert, c'est-à-dire de la plupart des travaux de

chemin de fer. Il reste à voir aussi s'il se prêtera facilement aux réparations courantes.

L'appareil Lisbet (*), considéré au point de vue mécanique, est nouveau sous le rapport du *récepteur* sur lequel agit la force musculaire de l'ouvrier mineur, et sous celui de *l'outil*, ou *opérateur*, que cette force met en jeu.

M. Marcellis, de Liége, a imaginé une disposition qui se rapproche de la précédente quant au récepteur, mais qui en diffère en ce que l'opérateur est l'outil ordinaire, c'est-à-dire le fleuret agissant par percussion.

Les hommes appliqués à une manivelle communiquent à un arbre à cames, au moyen d'une transmission par courroie, un mouvement de rotation continu; ces cames sont en relation avec une tige qui porte d'un côté le fleuret et de l'autre un piston. Leur action a pour but d'écarter le fleuret du fond du trou, et en même temps de comprimer une masse d'air derrière la face du piston. C'est la compression de cet air qui, au moment où les cames échappent, détermine la percussion du fleuret. Le couvercle contre lequel se fait la compression de l'air est une sorte de piston plongeur, qui peut pénétrer plus ou moins dans le cylindre et donner lieu à un degré de compression de l'air variable à volonté. Un mécanisme détermine la rotation du fleuret pendant le batage; un autre, le mouvement de progression de tout l'appareil à mesure que le trou s'approfondit; enfin, un troisième injecte de l'eau dans le trou au moyen d'une petite pompe, pour le tenir constamment nettoyé.

Le système du cylindre et du fleuret est mobile autour d'un axe horizontal porté sur une plate-forme mobile elle-même autour d'un axe vertical. Le tout est porté par un chariot qu'on avance sur des rails contre le front à attaquer.

Dans les deux appareils ci-dessus la force motrice est toujours la force musculaire de l'homme. Seulement on l'emploie sous une forme autre que dans le travail ordinaire de la massette, forme que l'on a supposée, avec assez de vraisemblance, pouvoir donner lieu à un travail mécanique plus considérable.

Mais on a cherché également à remplacer la force de l'homme par un autre agent naturel moins dispendieux et plus puissant. L'application la plus importante qui ait été faite dans ce sens jusqu'à présent est au percement du mont Cenis.

(*) On peut consulter sur le perforateur Lisbet les notices insérées au *Bulletin de la société minérale de Saint-Étienne*, t. VI et VII.

La force motrice primitive employée est celle des chutes d'eau disponibles aux abords du tunnel, tant du côté de la France que du côté de l'Italie. Cette force est employée d'abord à comprimer de l'air sous une pression de 5 atmosphères. L'air ainsi comprimé, conduit par des tuyaux jusqu'à l'avancement, sert à son tour de moteur sur des appareils récepteurs dans lesquels il agit exactement comme pourrait le faire de la vapeur fonctionnant sous la même pression effective. L'échappement sert à la ventilation du chantier.

Huit appareils fonctionnent à la fois pour faire une galerie directrice de 4 mètres sur 3 mètres, que l'on pousse sur cette section réduite aussi activement que possible, et que l'on peut ensuite reprendre en arrière sur autant de points que l'on veut, pour l'amener aux dimensions définitives.

Ce qui donne au percement du mont Cenis un caractère spécial qui a attiré l'attention de tous les ingénieurs et du public, c'est, d'une part, la longueur exceptionnelle du souterrain, qui dépasse 12 kilomètres, et, d'autre part, l'impossibilité où l'on se trouve, par suite du relief du sol, de l'exécuter au moyen de puits de service intermédiaires.

Il faut donc faire plus de 6 kilomètres de chaque côté.

On s'est préoccupé de ce qu'on rencontrerait vers la partie centrale. Les uns ont craint qu'on ne rencontrât des masses d'eau, d'autres qu'on ne tombât dans des espaces vides, etc. Il est bien évident que ces craintes n'ont pas le moindre fondement.

On s'est préoccupé aussi de la ventilation. Comment, a-t-on dit, pourra-t-on porter à 5 ou 6 kilomètres l'air nécessaire aux ouvriers, expulser l'air vicié par la respiration des hommes, la combustion de slampes et la fumée des coups de mines?

On peut répondre qu'il est bien des exploitants de mines, du moins *de mines de houille à grisou un peu étendues*, qui s'estimeraient fort heureux de ne pas avoir plus de difficultés pour leur ventilation que n'en présentera le percement dont il s'agit. Une telle mine doit en effet recevoir un plus *grand volume d'air;* cet air doit circuler dans des galeries toujours *beaucoup plus étroites*, et fort souvent suivre *un parcours total beaucoup plus long*.

La seule difficulté véritable dont on dût se préoccuper, difficulté plutôt financière ou économique que technique, était celle de la durée de l'exécution. En effet, avec les roches que l'on rencontrera, il paraît bien difficile que les méthodes ordinaires de travail, en tenant compte de tous les incidents, puissent faire plus de 200 mètres par an à chaque chantier, soit 400 mètres en tout, c'est-à-dire une

durée minimum de trente ans pour l'exécution complète du travail. C'est donc à la question de temps que se sont attaqués les ingénieurs. C'est elle qui paraît résolue dans une mesure assez importante, quoique encore imparfaitement déterminée, par les appareils de M. l'ingénieur Sommeiller. Ces appareils très-ingénieux, peut-être même un peu compliqués, sont cependant encore imparfaits au point de vue technique, en ce sens qu'ils agissent dans une direction horizontale constante, sans qu'on puisse profiter, autant qu'on le ferait avec le travail à la main, des facilités résultant des joints de la stratification ou des délits du rocher (*).

Malgré cette imperfection, moins grave d'ailleurs avec les roches recoupées jusqu'ici qu'il ne le serait avec des roches plus nettement stratifiées ou plus fissurées, il paraît établi que les appareils de M. Sommelier réalisent, sinon une *économie directe* dans les frais spéciaux par mètre courant, du moins une économie de temps importante. Celle-ci, à son tour, réagira puissamment, en fin de compte, sur le prix de revient définitif du travail, en diminuant la somme des frais généraux et les pertes d'intérêt; elle mettra d'ailleurs la compagnie du chemin de fer plus tôt en possession des avantages que son trafic doit retirer de ce travail.

On estime aujourd'hui que le percement de la galerie directrice va déjà plus de deux fois plus vite avec les percusseurs mécaniques qu'avec les fleurets à main, et l'on espère marcher plus rapidement encore.

La même application de l'air comprimé, mais seulement à deux atmosphères, a été réalisée sur une échelle plus modeste applicable aux travaux ordinaires des mines, d'une part par M. Schwartzkopff, de Berlin, et d'autre part sous les inspirations de M. l'Oberberghauptmann, baron de Beust, par M. Schumann, conservateur des modèles à l'Académie des mines de Freyberg (**).

Dans la machine Schwartzkopff, le fleuret est indépendant de la tige du piston à air. Celle-ci vient agir sur la tête du fleuret comme la massette du mineur. L'appareil, tel qu'il a été produit par l'inventeur, pèse 300 kil.; c'est un poids trop considérable, et l'appareil est en outre trop encombrant.

L'appareil Schumann ne pèse pas plus de 60 à 70 kil. et est plus

(*) On peut consulter sur les travaux de percement du mont Cenis le rapport intéressant de M. Noblemaire, ingénieur des mines, inséré dans les *Mémoires de la société des ingénieurs civils*.

(**) Les machines Schwarzkopff et Schumann sont décrites dans le *Berg-und-Hüttenmännische Zeitung* de MM. Bornemann et Bruno Kerl (1862. 1re, 2e et 4e liv.).

facile à mettre en chantier. Le piston et le fleuret sont solidaires comme dans les machines Sommelier.

Les premiers appareils établis employaient deux hommes, un pour faire manœuvrer la distribution en tournant une manivelle, l'autre pour surveiller la marche, changer les fleurets, etc. Depuis lors l'appareil a été perdu automatique, et un seul homme suffit au service.

L'appareil Schumann a été expérimenté dans le percement de la grande galerie d'écoulement de Freyberg, et l'on est arrivé à ce résultat qu'avec la même section de galerie et la même roche, on faisait une économie de temps de 33 p. 100.

En revanche, la dépense par mètre courant a été plus considérable, l'économie sur la main-d'œuvre du mineur étant plus que compensée par une dépense plus forte en poudre, ainsi que par les frais d'entretien de la machine à comprimer l'air et de l'appareil lui-même.

Il est difficile qu'il en soit autrement dans l'exécution d'une galerie à petite section où l'on ne peut avoir en service qu'*un* ou *deux* appareils au plus, pour lesquels il faut cependant faire les frais d'établissement et de service d'une machine à comprimer l'air et d'une conduite de vent.

Je ne pense donc pas que ces appareils deviennent d'un emploi courant dans les divers chantiers d'une mine ; mais ils pourront rendre des services réels dans les cas où la question de temps primera celle de la dépense. C'est en se plaçant à ce point de vue que, sur la proposition et d'après les projets de MM. Bilharz et Sachs, on établit en ce moment ce système à la mine de Moresnet, pour exécuter une galerie à roche destinée à ouvrir un nouvel étage d'exploitation à un niveau inférieur aux travaux actuels.

Préparation mécanique. — Le lavage de la houille est, ainsi que je l'ai dit, une opération qui tend à se répandre de plus en plus. Seulement elle est assez dispendieuse et occasionne un grand déchet. Ce déchet se compose d'ailleurs de deux parties : les pierres ou schistes, et les limons. La proportion de ces deux éléments varie essentiellement, selon la propreté du charbon sortant de la mine et selon son degré de friabilité. Sur un déchet de 20 p. 100 au lavage, on aura, par exemple, 12 p. 100 de schistes et 8 p. 100 de limon, ou parties égales de schiste et de limon, etc.

Les schistes doivent en général être rejetés. Si le lavage est bien fait, ils ne retiennent en effet que fort peu de matière charbonneuse.

Quant aux limons, la pureté en est très-variable, selon la friabi-

lité du charbon et selon la nature des nerfs qui barrent la couche exploitée. Si ces nerfs sont des schistes durs passant au grès et si les charbons sont pulvérulents, les limons seront assez purs. Si au contraire les nerfs sont des schistes friables ou argileux, susceptibles de se délayer dans l'eau, et si les charbons sont grenus, les limons seront très-terreux. En outre, ils seront généralement beaucoup plus pyriteux que la houille soumise au lavage, parce que les pellicules de pyrite qui recouvrent souvent les faces des morceaux de houille sont facilement entraînées par le courant d'eau, pendant les oscillations du piston de l'appareil. Enfin la quantité des limons variera, pour un charbon donné, avec la nature de l'appareil de lavage employé ; et à ce point de vue, les appareils à déversement continu d'eau et de charbon sont inférieurs aux cribles à piston ordinaires fonctionnant d'une manière intermittente.

Dans ces derniers cas, en effet, les limons se réduisent aux fonds de caisse, et l'on peut en diminuer la proportion en ayant soin de ne jamais curer la grille à fond, mais au contraire d'y laisser quelques centimètres de schistes.

En fait la teneur en cendres des limons peut varier entre 8 et 10 p. 100 pour les plus purs, et 50, 60 p. 100 et plus pour les plus impurs.

Dans le premier cas on trouvera en général avantage à les recueillir et à les joindre au charbon lavé dont ils n'augmenteront pas beaucoup de teneur moyenne. Leur présence sera même utile, si le charbon doit être employé à l'agglomération ou à la carbonisation. Les produits obtenus seront ainsi plus compacts, plus résistants, d'un aspect plus marchand.

Si les limons sont trop impurs pour être réunis au charbon lavé, on peut quelquefois en tirer parti en les employant, mélangés avec une certaine proportion d'argile, à fabriquer des boules qui se vendent à bas prix pour le chauffage domestique. Mais souvent cette ressource fait défaut, et les limons sans emploi sont jetés aux déblais. C'est une perte importante de matière combustible qu'il convient d'éviter s'il est possible.

Des essais entrepris par les ordres de M. Beau, directeur des mines de la Grand'Combe, sur la proposition et sous la direction de M. Graffin, ingénieur principal, ont montré que l'on pouvait arriver, par un lavage sommaire à l'eau courante, à isoler les pyrites, à entraîner les parties argileuses et à obtenir, à un état de pureté très-satisfaisant, une partie notable de la matière charbonneuse. Ce lavage n'a pas lieu sans doute sans un assez grand déchet; mais si l'on considère que l'on opère sur une matière première à

laquelle on peut n'attribuer aucune valeur, on comprend qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir beaucoup pour couvrir, et au delà, les frais de main-d'œuvre.

Le système employé se compose d'un premier bassin dans lequel on projette les limons à la pelle, en même temps qu'on les brasse fortement, sous l'action d'un courant d'eau, au moyen d'un petit appareil barboteur.

La matière délayée est entraînée par le courant d'eau dans une rigole inclinée de $0^m,015$ par mètre, de 100 mètres de largeur, coupée par quelques petites cascades.

L'eau s'y meut avec une vitesse d'environ $0^m,50$ par seconde. Les sables et les grosses pyrites se déposent au pied des premières cascades; les pyrites fines cheminent dans l'eau avec une vitesse de $0^m,10$ à $0^m,12$, les charbons fins avec une vitesse de $0^m,25$, et enfin les limons proprement dits, ou matières terreuses fines, presque aussi vite que l'eau même dans laquelle ils sont en suspension.

Il suffit donc, après avoir bien délayé la quantité de matières qui constitue une lavée, de continuer l'admission de l'eau et de laisser le classement se faire sous l'action du courant. On arrêtera l'opération avant que la pyrite fine ne soit arrivée à l'extrémité du canal, ce qui a lieu au bout d'un quart d'heure environ. A ce moment les matières charbonneuses seront depuis longtemps recueillies dans un deuxième bassin qui se trouve à la suite du canal, et les limons restés en suspension dans l'eau se seront échappés successivement par une série de trous disposés sur une des parois de ce bassin comme au pied d'une caisse à tombeau.

Deux enfants armés de balais et de raclettes nettoient la rigole, et l'on peut immédiatement après commencer une nouvelle lavée.

La matière soumise à ce lavage tenant au plus 50 p. 100 de charbon pur, on obtient 35 p. 100 de charbon lavé tenant 7 à 9 p. 100 de cendres, résultat qui doit être regardé comme très-satisfaisant.

Ce procédé de lavage à eau courante, *avec action intermittente du courant*, permet ainsi de tirer parti d'une matière composée d'éléments de forme et de densité trop variables et en même temps d'une ténuité trop grande pour qu'on puisse les purifier, soit par criblage, soit par simple décantation. Il constitue un complément intéressant du travail des cribles à piston.

Les charbons lavés retiennent une proportion d'eau qui est habituellement de plus de 8 ou 10 p. 100, même après qu'on les a laissés égoutter pendant quelques heures. Cette eau n'est point en

général un obstacle à une bonne fabrication du coke. Elle n'a d'autre inconvénient, dans les transports et les manipulations, que celui de son poids.

Il n'en est pas de même pour l'agglomération.

L'expérience montre de plus en plus, et surtout lorsqu'on veut pouvoir diminuer ou même supprimer entièrement le goudron de gaz et n'employer que du brai, que les agglomérés faits avec du charbon sec sont plus beaux, plus résistants que lorsque le charbon contient un excès d'eau.

On peut chercher à produire cette dessiccation de diverses manières. On est toujours sûr d'y parvenir par un étuvage; mais on a essayé aussi l'emploi de moyens mécaniques. Je dois citer ici l'appareil *à force centrifuge*, construit par MM. Lebanneur et compagnie, de Douai, et employé par la compagnie d'Anzin dans l'usine à agglomérer qu'elle a récemment établie près de Valenciennes. Cet appareil fonctionne sur le principe des *turbines* et des *essoreuses* employées dans les sucreries, les blanchisseries, etc. Établi avec 2m,30 de diamètre et marchant avec une vitesse de 225 tours, il peut traiter une trentaine de tonnes par jour, en ramenant le charbon, quel que soit son dégré primitif d'humidité, à une teneur maximum de 5 p. 100 d'eau. MM. Lebanneur projettent en ce moment des appareils de plus grande dimension, qui pourront, pensent-ils, traiter jusqu'à 90 à 100 tonnes par jour.

Ralativement à la préparation mécanique des minerais, je dois signaler le bel atelier établi récemment par M. l'ingénieur Schwarzmann à la mine d'Ammaberg, en Suède, pour le traitement d'un minerai de zinc. Ce minerai, formé de blende et d'une matière feldspathique assez intimement mélangées, provient d'un gîte d'une puissance et d'une étendue remarquables, acheté et mis récemment en exploitation par la compagnie de la Vieille Montagne.

La nature du minerai exige un broyage immédiat assez fin, et exclut absolument les triages à la main, probablement même le travail des cribles à secousse.

En outre, on doit opérer sur des masses importantes (35 à 40.000 tonnes par an au moins).

La question posée en ces termes était difficile à résoudre. Elle a été résolue d'une manière très-satisfaisante par M. Schwarzmann, au moyen d'appareils connus, mais qui ont été heureusement combinés et ont reçu divers perfectionnements de détails intéressants.

Comme moyen de broyage, on a employé les cylindres broyeurs, à l'exclusion complète des bocards.

On a un premier jeu de cylindres à cannelures, accompagné d'une roue séparatrice qui lui ramène tous les grains de plus de 2 millimètres de grosseur.

Ce qui a traversé cette roue passe aux cylindres lisses, dont la roue séparatrice leur ramène tous les grains de plus de 3/4 de millimètre.

Les grains plus fins et les schlamms passent à un grand trommel classeur qui donne les 5 variétés suivantes :

1° Au-dessous de $0^{mm},2$;
2° Entre $0^{mm},2$ et $0^{mm},3$;
3° Entre $0^{mm},3$ et $0^{mm},4$;
4° Entre $0^{mm},4$ et $0^{mm},5$;
5° Enfin entre $0^{mm},5$ et $0^{mm},75$. Cette dernière variété sort par l'extrémité du trommel.

Selon que l'on passe au cylindre le minerai cru ou le minerai préalablement calciné, la proportion de ces sables varie comme suit :

	Blende calcinée.	Blende crue.
N° 1	9,3 p. 100	15,00 p. 100
N° 2	8,2	12,50
N° 3	17,5	22,50
N° 4	25,0	23,75
N° 5	40,0	26,25
	100,0	100,00

La calcination nouvellement essayée est donc favorable au travail, et l'on va l'employer couramment. Il est probable qu'on en augmenterait encore l'effet, en étonnant dans l'eau les matières encore chaudes.

Les matières classées par le trommel sont reprises, pour être lavées, sur deux systèmes de tables, savoir : des tables à secousses ordinaires et des tables de Brunton modifiées, qui reçoivent également des secousses.

Le n° 1 est passé sur les premières et les autres numéros sur les tables de Brunton.

Mais en outre, et ceci est un point qui mérite d'être remarqué, ces deux systèmes de tables se complètent mutuellement, chacun d'eux servant à repasser les matières incomplétement enrichies sur l'autre.

Ainsi par exemple le n° 1 donnera sur la table à secousses :

1° En tête, sur une longueur de $0^{m},15$, du schlich blendeux riche, mais plombifère, qu'on purifiera à part sur une table spéciale ;

2° Sur 0m,30 à 0m,35 un schlich blendeux riche, prêt à fondre;

3° Sur 0m,40 à 0m,45 une matière à repasser, composée de gros grains de blende et de fin stérile, qu'on enverra aux tables Brunton;

4° Enfin au pied de la table, sur 2 mètres environ, des nulles valeurs.

De même les nos 2 à 5, portés à la table Brunton, donneront, du côté de la tête, du schlich riche dont il ne restera qu'à enlever la galène, et du côté du pied, du gros stérile mélangé de minerai fin, matière facile à traiter sur les tables à secousses ordinaires.

En un mot, la table à secousse ordinaire convient surtout pour obtenir des schlichs fins enrichis par le départ de matières grenues pauvres, et la table Brunton, au contraire, pour obtenir des schlichs grenus enrichis par le départ de schlamms pauvres.

En général, il est permis de penser qu'en soumettant les matières à traiter successivement à des appareils divers, on doit obtenir de meilleurs résultats qu'en les repassant plusieurs fois sur un seul et même appareil. Si en effet dans ce dernier mode d'opérer, un grain de gangue et un grain de minerai sont venus se déposer sur un même point, sous les influences combinées de leurs formes, de leurs dimensions absolues et de leurs densités, on ne voit pas pourquoi, en les plaçant une seconde fois dans des conditions à peu près identiques, ils ne resteraient pas encore réunis.

L'atelier d'Ammeberg présente, à ce point de vue, une disposition qui semble susceptible d'être imitée dans beaucoup de cas avec avantage.

Quant aux détails de construction, je mentionnerai ici :

Pour les cylindres,

Un procédé de moulage des cylindres cannelés, tel que la partie saillante des cannelures se trouve seule coulée en coquille. Il en résulte que le profil se conserve plus longtemps, malgré l'usure provenant du service;

La forme legèrement conique donnée aux deux cylindres, la grande base de l'un étant placée en regard de la petite base de l'autre. Cette disposition tend à répartir plus également la matière à broyer sur la longueur des cylindres, et produit ainsi une usure moins inégale des surfaces travaillantes.

Pour le trommel,

L'emploi d'un arbre portant le trommel au moyen de colliers. L'arbre et le trommel ne sont pas solidaires et tournent en sens

contraire l'une de l'autre. L'arbre est creux, et muni de plusieurs systèmes de bras également creux, qui projettent de l'eau sur la matière à classer, la délayent et facilitent son passage à travers les trous des feuilles métalliques. D'autres jets d'eau fixes sont projetés sur la surface extérieure de ces mêmes feuilles, pour empêcher les trous de s'obstruer.

La surface travaillante du trommel est formée de tôles de cuivre perforées, qui ne sont pas rivées ensemble, mais au contraire indépendantes l'une de l'autre et fixées par des boulons à la carcasse de l'appareil ; ce qui facilite et abrége les réparations.

Enfin, *pour les tables*, il suffira de dire, d'une manière générale, qu'elles sont parfaitement installées, et munies de tous les moyens de règlement usités dans les appareils les plus complets et les plus perfectionnés.

En un mot les détails, comme l'ensemble et les proportions, font de la laverie d'Ammeberg une des plus remarquables qui existent.

EXTRAITS DE CHIMIE.

(TRAVAUX DE 1860 ET 1861.)

Par M. L. MOISSENET, ingénieur des mines.

---

1. *Note sur la production des sulfocyanures*; par M. A. Gélis.

(*Journal de pharmacie et de chimie*, t. XXXIX, p. 95.)

La réaction du sulfure de carbone sur l'ammoniaque a été étudiée par Berzélius il y a environ quarante ans, puis par M. Chr. Zeize en 1823, et par M. Debus en 1850. M. Gélis, après un historique de ces travaux, commence par établir que dans cette réaction il ne se forme d'abord qu'un sel, le sulfocarbamate de sulfure d'ammonium, lequel engendre des produits secondaires par des décompositions successives.

Pour l'intelligence des faits, il met en regard la série de ces corps et celle des composés oxygénés correspondants.

Série oxycarbonique.

Carbonate d'ammoniaque ordinaire	$C^2O^6Az^2H^8$
Carbonate d'ammoniaque anhydre ou carbamate d'ammoniaque.	$C^2O^6Az^2H^8 - 2HO = C^2O^4Az^2H^6$
Cyanate d'ammoniaque, ou carbamide ou urée. .	$C^2O^6Az^2H^8 - 4HO = C^2O^2Az^2H^4$

Série sulfocarbonique.

Sulfocarbonate de sulfure d'ammonium	$C^2S^6Az^2H^8$
Sulfocarbamate de sulfure d'ammonium.	$C^2S^6Az^2H^8 - 2HS = C^2S^4Az^2H^6$
Sulfocyanure d'ammonium, ou sulfocyanate de sulfure d'ammonium.	$C^2S^6Az^2H^8 - 4HS = C^2S^2Az^2H^4$

Ce mode de représentation des composés rend très-facile l'explication des phénomènes produits dans l'expérience de M. Chr. Zeize. Elle consiste à introduire, dans un flacon à large ouverture, un mélange fait avec 15 à 17 volumes de sulfure de carbone, 45 vol. d'alcool à 98° centésimaux, et 100 vol. de ce même alcool préala-

blement saturé d'ammoniaque. Dans la réaction, l'alcool n'intervient que pour faciliter le contact des deux autres corps.

On peut la représenter ainsi :



$2(CS^2) + 2(AzH^3) = C^2S^4Az^2H^6$. Sulfocarbamate de sulfure d'ammonium.

Elle est de tous points comparable à celle de l'acide carbonique gazeux sur le gaz ammoniac sec ; savoir :



$2(CO^2) + 2(AzH^3) = C^2O^4Az^2H^6$. Carbonate d'ammoniaque anhydre.

Voici maintenant deux expériences qui démontrent que le premier produit est le sulfocarbamate :

1° Si l'on fait passer du gaz ammoniac sec dans un ballon contenant du sulfure de carbone desséché, et que l'on maintienne l'appareil dans un bain de glace, il se dissout un peu de gaz ammoniac ; le seul sel qui se forme est jaune clair et a toutes les propriétés du sulfocarbamate.

2° Si en opérant sur le mélange de Chr. Zeize, on a soin de se placer dans un milieu refroidi au-dessous de zéro, la liqueur se colore en jaune doré, nuance particulière au sulfocarbamate, et non en rouge, comme cela arrive lorsqu'il se produit du sulfocarbonate. On montre en même temps l'absence du sulfocyanure dans la liqueur, en en prenant dès le début de la réaction et la versant dans un excès d'une dissolution bien neutre d'un sel de peroxyde de fer ; celle-ci ne se colore d'abord que faiblement et ne passe au rouge caractéristique, dû au sulfocyanure, que lorsque l'action du sel de fer au maximum sur le sulfocarbamate a mis du sulfocyanure en liberté.

Voyons comment se forment les produits secondaires. La réaction du sulfure de carbone sur l'ammoniaque, loin d'être instantanée, n'est complète qu'au bout de plusieurs heures : pendant ce temps prennent naissance divers composés.

Dès qu'il y a du sulfocarbamate de formé, il se décompose spontanément, surtout à la température ordinaire, en sulfocyanure et hydrogène sulfuré :



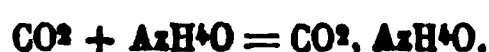
$C^2S^4Az^2H^6 = C^2AzS, AzH^4S + 2HS.$

L'hydrogène sulfuré, rencontrant de l'ammoniaque qui n'a pas encore réagi, donne avec elle du sulfure d'ammonium ; celui-ci se combine avec une autre portion de sulfure de carbone ; il se forme du sulfocarbonate de sulfure d'ammonium



$CS^2 + AzH^4S = CS^2, AzH^4S.$

Cette réaction est comparable à :



$$CO^2 + AzH^4O = CO^2, AzH^4O.$$

Enfin le sulfocarbonate peut, en se dédoublant spontanément, fournir du sulfocarbamate, lequel se retrouve dans la liqueur avec tous les produits de sa décomposition. La tendance définitive de ces modifications est la production du sulfocyanure.

Pour la réaliser industriellement, l'auteur a dû exclure de l'opération l'alcool comme réactif trop dispendieux, par suite des pertes inévitables, et la dissolution aqueuse d'ammoniaque (employée par Berzélius) comme trop lente par défaut de contact avec le sulfure de carbone.

Il y réussit en faisant agir directement le sulfure d'ammonium sur le sulfure de carbone ; le premier produit est ici le sulfocarbonate de sulfure d'ammonium ; mais en portant sa température vers 90° et 100° ce corps se transforme immédiatement et complétement en sulfocyanure



$$2(CS^2, AzH^4S) = C^2AzS, AzH^4S + 4HS.$$

Opération. — 1° On prépare une dissolution ammoniacale de sulfocarbonate de sulfure d'ammonium. A cet effet on mélange le sulfure de carbone avec des dissolutions concentrées de sulfure d'ammonium, et d'ammoniaque caustique et on l'ajoute 2 à 3 parties (pour 100 p. de sulfure carbone) d'une huile quelconque.

En présence de l'excès d'ammoniaque l'huile émulsionne le sulfure de carbonne, et après une légère agitation on voit le mélange prendre en gelée opaque. Cet artifice assure une bonne répartition des matières. La combinaison est complète en quelques heures, le mélange s'est éclairci, l'huile surnage; on la sépare de la liqueur en vue d'une nouvelle opération.

Au laboratoire on se sert d'un flacon de verre : à l'atelier d'un cylindre en tôle posé verticalement et pouvant recevoir un mouvement d'oscillation.

2° On décompose le sulfocarbonate par distillation dans un alambic en tôle, vers 100°. Il se dégage de l'hydrogène sulfuré, du sulfhydrate de sulfure d'ammonium et même du monosulfure d'ammonium : ces deux derniers composés sont formés aux dépens de l'excès d'ammoniaque employé afin de faciliter la réaction. Dans l'alambic il reste un liquide incolore : c'est le sulfocyanure d'ammonium en dissolution.

Les produits volatils sont condensés dans des récipients contenant

de l'ammoniaque ; ils y reforment de la dissolution ammoniacale de sulfure d'ammonium.

Le sulfocyanure d'ammonium peut servir à la préparation des autres sulfocyanures. Celui de potassium, par exemple, sera obtenu en versant dans la liqueur de l'alambic une dissolution concentrée de sulfure de potassium ; en chauffant il se dégage du sulfhydrate d'ammoniaque qui passe aux récipients, et il reste la dissolution de sulfocyanure de potassium.

---

2. *Emploi du perchlorure d'antimoine pour la préparation des composés chlorés*; par M. A. W. Hofmann.

(*Quart. Journal of the Chem. Soc.*, t. XIII, p. 62.)

Préparation du perchlorure de carbone. — Lorsqu'on mélange du perchlorure d'antimoine avec du sulfure de carbone, il se produit au bout de quelques minutes une vive réaction ; la liqueur s'échauffe et se colore en rouge brun. Après refroidissement on obtient des cristaux de sesquichlorure d'antimoine, mêlés de cristaux de soufre ; la partie liquide séparée par décantation consiste principalement en perchlorure de carbone.

On peut opérer sur 1 p. de sulfure de carbone et 8 p. de perchlorure d'antimoine. Représentant ces corps par les équivalents habituellement usités, la formule de la réaction sera :



$$2CS^2 + 2Sb^2Cl^5 = C^2Cl^4 + 2Sb^2Cl^3 + 4S.$$

On arrive à transformer de grandes quantités de sulfure en perchlorure de carbone, en mêlant un fort excès de sulfure de carbone avec une faible proportion du composé d'antimoine, et en soumettant le mélange à l'action d'un courant de chlore.

La liqueur décantée doit être distillée ; on recueille le produit qui passe au-dessous de 100° et en le fait bouillir avec une solution de potasse qui enlève le chlorure d'antimoine, le chlorure de soufre et le sulfure de carbone entraînés. Le perchlorure, ainsi purifié, bout à 77° et jouit de toutes les propriétés du composé obtenu par d'autres procédés.

---

3. *Sur les produits qui résultent de l'action simultanée de l'air et de l'ammoniaque sur le cuivre;* par M. PÉLIGOT.

(*Comptes rendus de l'Académie*, 2e sem. 1861, p. 209.)

On sait que la liqueur de cuivre obtenue en mettant ce métal en contact avec l'air et l'ammoniaque dissout la cellulose, la soie et plusieurs autres substances organiques qui résistent à l'action des dissolvánts ordinaires.

Ce liquide bleu contient de l'hydrate d'oxyde de cuivre en dissolution dans l'ammoniaque, et c'est à cet élément qu'on doit rapporter son action sur la cellulose; mais ainsi que l'a constaté M. Schœinbein, on y rencontre aussi de l'azotite d'ammoniaque, et M. Péligot s'est proposé d'extraire les composés dans lesquels entre ce sel.

Préparation de la liqueur de cuivre ammoniacale. — Dans de grands flacons de 12 à 15 litres on introduit, avec 60 à 80 centimètres cubes d'ammoniaque concentrée, 15 à 20 grammes de cuivre provenant de la précipitation d'un sel de ce métal, par le fer ou le zinc. Promené contre les parois mouillées du vase, il y adhère en couche mince. Au bout de quelques minutes le flacon s'échauffe et se remplit d'épaisses fumées blanches d'azotite d'ammoniaque. La réaction s'arrête, on remplace l'atmosphère d'azote par de l'air, introduit à l'aide d'un soufflet, et l'on renouvelle les surfaces. Ces manipulations ayant été plusieurs fois répétées, on fait égoutter et on lave à l'ammoniaque. La liqueur bleue ne tient que 1/4 à 1/5 du cuivre employé; le résidu insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque est un mélange de couleur vert olive, brun ou jaune de deux oxydes de cuivre et de métal inattaqué.

Extraction de l'azotite de cuivre et d'ammoniaque. — Par évaporation à froid, la liqueur de cuivre laisse un produit non homogène, violet, bleu et vert par places qui, repris par l'eau froide, fournit une dissolution d'azotite d'ammoniaque à peu près exempt de cuivre; mais on sait que la concentration de ce sel amène sa décomposition en eau et azote.

L'auteur a recours à un autre dissolvant. Il évapore la liqueur bleue aux bain-marie et pulvérise le résidu desséché. Il le traite alors par de l'alcool bouillant préalablement saturé de gaz ammoniac, filtre et obtient par refroidissement des aiguilles prismatiques d'un bleu violacé. Ces cristaux, après dessiccation, ont pour composition



$$AzO^3, CuO, AzH^4O, HO. \quad (\alpha)$$

C'est un azotite double de cuivre et d'ammoniaque.

Une petite quantité de ce corps, placée dans du papier sur un tas d'acier, détone par le choc du marteau.

Maintenu pendant plusieurs jours à 100°, il perd son eau et son ammoniaque pour se transformer en azotite de cuivre de couleur verte, AzO^3, CuO.

Chauffé plus fortement, il se décompose avec déflagration ; aussi pour y doser le cuivre a-t-il fallu le mêler avant calcination avec du quartz étonné et pulvérisé.

L'eau employée en petite quantité dissout le sel double avec production de froid; la dissolution abandonnée à l'évaporation spontanée dégage une partie de son ammoniaque, et abandonne des cristaux verts d'un autre azotite double



$$AzO^3, 3CuO, AzH^4O. \quad (\beta)$$

Hydrate d'oxyde de cuivre. — Lorsqu'on verse un excès d'eau, soit sur l'un des composés (α) ou (β), soit dans la liqueur ammoniacale de cuivre, on a un précipité d'un beau bleu turquoise qui est de l'hydrate d'oxyde de cuivre CuO, HO retenant, même après des lavages répétés, des traces d'ammoniaque. Cette substance conserve sa couleur sans s'altérer dans l'eau bouillante ; c'est un précipité cristallin très-divisé.

L'auteur la considère comme une acquisition nouvelle à la science et à l'industrie, et indique à ce point de vue divers modes de préparation. Ainsi l'on peut employer la précipitation par les alcalis dans une dissolution d'un sel de cuivre très-étendue d'eau et tenant un léger excès d'ammoniaque ou bien par les alcalis sur une dissolution de cuivre additionnée d'un sel ammoniacal, ou encore en versant un très-grand excès d'eau dans la dissolution d'azotate de cuivre faiblement ammoniacale.

L'ammoniaque liquide concentrée dissout 7 à 8 p. 100 de cet hydrate. La liqueur bleue qui en résulte est le meilleur dissolvant de la cellulose ; les matières que l'on y a dissoutes peuvent être précipitées par l'addition d'un acide sans que l'on ait à craindre, comme dans le cas de la liqueur de cuivre ordinaire l'effet d'altération dû à l'acide azoteux libre.

On a constaté d'ailleurs que dans l'azotite de cuivre et d'ammoniaque pur, dissous avec un peu d'eau, la cellulose ne fait pas gelée et ne disparaît pas.

4. *Sur un nouveau mode de préparation du calcium;* par M. H. Caron.

(*Comptes rendus*, 1er sem. 1860, p. 547.)

M. Caron a donné en 1859 (*) un procédé permettant la réduction des chlorures de barium, de strontium et de calcium par le sodium et donnant des alliages de Ba, St, Ca, avec d'autres métaux tels que Pb, Sn, Sb, et Bi. Il a depuis réussi à isoler le calcium.

On mêle 300 p. de chlorure de calcium fondu et pulvérisé avec 400 p. de zinc *distillé*, en grenailles et 110 p. de sodium en morceaux; on chauffe dans un creuset, à la température produite par le cône sur un fourneau ordinaire.

La réaction est très-faible; lorsqu'on voit sortir les vapeurs de zinc on modère le feu de manière à se maintenir pendant un quart d'heure immédiatement au-dessous du point de volatilisation de ce métal. On produit aussi un culot d'alliage de zinc avec 10 à 15 p. 100 de calcium sans sodium : cet alliage est à peine attaqué par l'eau à froid.

On le chauffe dans un creuset de charbon de cornue de manière à chasser le zinc. Si l'alliage s'est trouvé bien exempt de sodium, et si on l'a introduit en gros fragments dans le creuset, on y obtient un culot de calcium (on a produit à la fois près de 40 grammes).

Le calcium retient toujours comme impureté des traces de fer provenant des creusets. Il est jaune laiton; sa densité, accrue par le fer, varie de 1,6 à 1,8; il n'est pas sensiblement volatil. A l'air sec, dans un flacon fermé, il se conserve assez bien, mais en prenant toutefois presque immédiatement une teinte grise, remplaçant l'aspect métallique.

A l'air humide, il se délite comme la chaux, en produisant une poudre grise, un peu rougeâtre à cause du fer.

Avec le zinc du commerce, on n'obtient pas le calcium, mais bien un alliage de ce métal tenant fer, plomb et zinc.

---

5. *Sur une combinaison de permanganate et de manganate de potasse;* par M. A. Gorgeu.

(*Annales de physique et de chimie*, t. LXI, p. 355.)

On prend une solution bouillante de 100 grammes de potasse dans 75 centimètres cubes d'eau; on y ajoute 10 grammes de per-

(*) Voir *Annales des mines* 1860, t. XVII, p. 21. (Extraits pour 1859.)

manganate, et l'on maintient l'ébullition jusqu'à ce que tout dégagement de gaz ait cessé; on étend de 150 à 200 centimètres cubes d'eau. Dans la dissolution verte de manganate de potasse ainsi préparée, on met 1 à 2 grammes de permanganate qui s'y dissout; on décante, et par évaporation, soit à l'air libre, soit dans le vide, il se dépose dans la liqueur des cristaux d'un sel double. Voici leurs propriétés :

Ils se dissolvent dans une eau tiède chargée de 20 à 25 p. 100 d'hydrate de potasse et lui donnent une couleur *pensée*. Par addition d'eau de baryte, on obtient un précipité bleu dans une liqueur rose; tandis que si l'on avait eu du permanganate, il se serait produit un précipité blanc d'hydrate de baryte dans une liqueur rose, et si le sel avait été du manganate, on aurait eu un précipité bleu de manganate de baryte et une eau mère incolore.

Ces cristaux, déterminés par M. de Sénarmont, appartiennent au prisme oblique symétrique, tandis que ceux de permanganate ou de manganate se rapportent au prisme rhomboïdal droit.

L'auteur établit leur composition et la représente par la formule



$$Mn^2O^7, KO, 2(MnO^3, KO).$$

Dans le tableau suivant, il montre comment entre ce sel double et les manganate et permanganate on peut reconnaître un rapport de dérivation fort simple.

Manganate.	$4(MnO^3, KO)$	$= Mn^4O^{16}K^4$
Sel double	$Mn^2O^7, KO, 2(MnO^3, KO)$	$= Mn^4O^{16}K^4 + O - KO$
Permanganate. . . .	$2(Mn^2O^7, KO)$	$= Mn^4O^{16}K^4 + O^2 - (KO)^2$

---

6. *Séparation du cadmium d'avec le cuivre;*
Par M. A. W. Hofmann.

(*Quart. Journal Chem. Soc.*, t. XIII, page 78.)

L'auteur base la séparation des deux métaux sur le fait suivant. Le sulfure de cadmium est très-soluble dans l'acide sulfurique étendu de 5 parties d'eau, tandis que le sulfure de cuivre y est parfaitement insoluble.

---

7. *Mémoire sur un nouveau procédé de dosage du soufre contenu dans les pyrites de fer et de cuivre;* par M. J. Pelouze.

(*Comptes rendus de l'Académie*, 2e sem. 1861, p. 685.)

La consommation annuelle des pyrites en France atteint 100.000 tonnes. Les usines du Nord s'approvisionnent à Sain-Bel près Lyon; celles du Midi aux environs d'Alais; enfin on tire aussi des pyrites de la Belgique et de la Prusse Rhénane. Leur composition variable exige que les transactions soient basées sur la teneur en soufre; d'autre part les résidus du grillage des pyrites retiennent du soufre dont le dosage importe aux industriels.

L'auteur s'est proposé de donner un procédé suffisamment exact et surtout plus rapide que les méthodes d'analyse aujourd'hui en usage. Il repose sur la combustion du soufre par le chlorate de potasse, en présence du carbonate de soude; le soufre passe en totalité à l'état d'acide sulfurique, qui neutralise une partie du carbonate alcalin; l'excès de ce réactif est déterminé par le procédé alcalimétrique de Gay-Lussac; par différence et à l'aide d'un calcul simple on déduit la teneur en soufre du minerai essayé, avec une approximation de 1 à 1 1/2 pour 100 du soufre contenu; l'opération n'exige que 30 à 40 minutes.

L'auteur fait remarquer qu'elle n'est point troublée par la présence d'une gangue quartzeuse, calcaire ou barytique; il ne fait pas mention de l'arsenic que l'on rencontre en proportion variable dans presque toutes les pyrites; si la quantité d'arsenic n'est point négligeable, il est évident que le procédé ne peut être employé, car il conduirait à faire payer comme soufre la substance la plus nuisible pour la fabrication de l'acide sulfurique. Il est vrai que la pyrite très-arsenicale serait aisément reconnue telle et rejetée par les usines.

L'opération se fait de la manière suivante : on mêle dans un mortier de porcelaine 1 gramme de minerai très-soigneusement porphyrisé avec 5 gr. de carbonate de soude *pur et sec*, 7 gr. de chlorate de potasse et 5 grammes de sel marin; ce dernier réactif ayant pour but de prévenir la déflagration, on peut en faire varier la dose suivant le besoin.

Le mélange est introduit dans une cuiller à projection; on élève graduellement la température au rouge sombre, et l'on s'y maintient pendant huit à dix minutes. Après refroidissement on agite avec de l'eau distillée chaude, soutire le liquide et effectue plusieurs lessivages à 100° dans la cuiller, enfin on filtre.

Pour l'essai alcalimétrique de la liqueur alcaline, on observe que 10 grammes $NaOCO^2$ sont neutralises par 92,4 cent. cubes d'acide normal; 1 litre de cet acide contient 100 gr. SO^3HO; soit 32gr,653 de soufre.

Soit N le nombre de centimètres cubes d'acide normal qu'il faut employer pour neutraliser les eaux de lavage; la formule suivante donnera la teneur en soufre (X) pour 100 de pyrite.

$$X = (46,2 - N) \times 3,2653.$$

Pour le dosage du soufre dans le résidu du grillage des pyrites, on emploie poids égaux (5 grammes de chaque) de pyrite grillée, de carbonate de soude et de chlorate de potasse : la déflagration n'est pas à craindre, on se passe de sel marin.

---

8. *Recherche de l'arsenic;* par M. Lippert.

(*J. für prakt. Chem.*, t. LXXXI, p. 172.)

Lorsque d'après le procédé de M. Reinsch (*) on traite par le cuivre métallique une dissolution chlorhydrique contenant de l'arsenic, le dépôt noir qui se produit n'est pas de l'arsenic seulement, mais un composé d'arsenic et de cuivre donnant à l'analyse :

Arsenic..........	32
Cuivre..........	68
	100

et répondant à la formule Cu^5,As.

Chauffée dans l'hydrogène, cette poudre noire perd un peu de son arsenic et se transforme en arséniure blanc, Cu^6As, dont la composition est celle du minéral nommé doméyquite, que l'on trouve près de Copiapo, Chili.

La grande sensibilité du procédé Reinsch doit donc être attribuée à la forte proportion de cuivre déposée avec l'arsenic.

(*) Voir *Journal de pharmacie*, t. II, p. 361, ou Berthier, Extraits de chimie pour 1842, p. 218.

9. *Procédé pour reconnaître la présence d'acide azotique dans l'acide sulfurique;* par M. Schiff.

(*J. für prakt. Chem.*, t. LXXVIII, p. 112.)

La teinture de gaïac bleuit au contact de l'acide azoteux. Pour reconnaître le présence des produits nitreux dans de l'acide sulfurique, on y introduit une pincée de limaille de fer, on chauffe et l'on reçoit le gaz dans de la teinture de gaïac, qui ne bleuit pas si l'acide essayé est pur.

---

10. *Procédé pour reconnaître la présence du peroxyde de plomb dans la litharge*; par M. Stein.

(*Chem. centralblatt*, 1860, n° 6, p. 95.)

La litharge est mêlée à du chlorure de sodium et à du bisulfate de potasse; les matières sont chauffées dans un tube à essai.

S'il y a du peroxyde de plomb ou du minium, il se dégage du chlore reconnaissable, soit à son odeur, soit à l'aide du papier bleu d'indigo qu'il décolore.

---

11. *Sur de l'éther contenant de l'eau oxygénée*; par M. Schoenbein.

(*Annalen der Pharm.*. t. CIX, p. 134.)

De l'acide chlorhydrique étendu est traité par du bioxyde de barium jusqu'à neutralisation du liquide; on verse ensuite 40 p. d'éther pur pour 1 p. de bioxyde employé; après agitation des liqueurs, l'éther a dissous l'eau oxygénée. Cette dissolution jouit de tous les caractères de l'eau oxygénée et se conserve mieux qu'elle. Agitée avec 4 fois son volume d'eau, elle abandonne à celle-ci un peu d'éther et la totalité de l'eau oxygénée.

---

12. *Sur la densité de la glace;* par M. L. Dufour.

(*Comptes rendus* 1860, 1er sem., p. 1039.)

La question de la densité de la glace n'est pas encore sûrement fixée.

Voici les résultats donnés par divers auteurs de 1807 à 1855 :

		Densité de la glace.
1807	Placidus Heinrich	0,905
	Thomson	0,940
	Berzélius	0,916
	Dumas	0,950
	Osann	0,927
	Plücker et Geissler	0,920
	C. Brunner	0,918
1855	H. Kopp	0,909

Ces divergences, exprimées en augmentation de volume au moment de la congélation, correspondent à des valeurs comprises entre 1/9 et 1/18.

L'auteur a employé un procédé spécial pour trouver la densité; il forme un mélange d'eau et d'alcool dans lequel la glace flotte en équilibre; c'est la densité de ce mélange qu'il détermine ensuite.

Vingt-deux expériences donnent une densité moyenne de 0,9175 avec un écart moyen de ± 0,0007; les plus forts écarts ont été + 0,002 et — 0,0013.

Il indique le chiffre 0,9175 comme exprimant la densité de la glace à 0°; ce qui correspond à une augmentation de volume au moment de la congélation, de 9/100 ou très-sensiblement 1/11.

---

15. *De la présence du vanadium dans un minerai alumineux du midi de la France. Études analytiques sur les matières alumineuses*; par M. H. Sainte-Claire Deville.

(*Annales de physique et de chimie*, t. LXI, p. 309.)

Il a été rendu compte dans les *Annales des mines* (t. XVII, 1860, p. 19) d'une note de M. Deville sur la présence du vanadium dans le minerai des Baux; nous tirerons du mémoire du même auteur les principaux résultats de ses analyses.

Les minerais alumineux auxquels on donne le nom de *bauxite* sont extrêment répandus dans les départements du Var et du Gard; M. Meissonier a rencontré cette substance en masses considérables dans la Calabre; elle existe aussi dans l'archipel Grec.

Quelques échantillons contiennent jusqu'à 60 et 65 p. 100 d'alumine; dans d'autres l'oxyde de fer est prédominant.

On a reconnu dans la bauxite les corps suivants :

Silice.
Titane.
Corindon.
Alumine.
Acide phosphorique.
Sesquioxyde de fer.
Acide vanadique.
Carbonate de chaux.
Eau.

Voici les analyses des principales variétés :

	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5
Silice	21,7	2,8	4,8	»	2,0
Titane	3,2	3,1	3,2	»	1,6
Sesquioxyde de fer	3,0	25,3	24,8	34,9	48,8 (*a*)
Alumine	58,1	57,6	55,4	30,3 (*b*)	33,2
Carbonate de chaux	tr.	0,4	0,2	12,7	5,8 (*c*)
Eau	14,0 (*d*)	10,8	11,6	22,1	8,6
	100.0	100,0	100,0	100,0	100,0

(*a*) Par différence.—(*b*) Avec silice et titane.—(*c*) Corindon.—(*d*) Par différence.

N° 1. Argile du Communal des Baux, type des matières les plus siliceuses; substance dépourvue de plasticité et composée de deux parties distinctes : l'une blanche, qui a été analysée ; l'autre rouge, plus riche en fer : *environs d'Arles*.

N° 2. Matière compacte, dense, d'un rouge foncé presque brun, considérée comme un minerai de fer : *Revest*, *environs de Toulon*.

N° 3. Même aspect ; grains ronds de bauxite empâtés dans la même substance agglutinée ; elle est presque toujours pisiforme et les grains sont cimentés quelquefois par du carbonate de chaux cristallisé rhomboédrique : *Allauch*, *Var*.

N° 4. Minerai du même genre, à pâte calcaire : *commune des Baux*.

N° 5. *De la Calabre*.

La détermination de l'acide phosphorique, qui existe dans ces minerais en très-petite proportion, est à peu près impossible en présence de la grande quantité d'alumine.

L'acide vanadique est extrait de 100 grammes de matières par le procédé de préparation « tout imparfait qu'il est » au point de vue du dosage.

D'après les analyses les plus délicates et les recherches les plus scrupuleuses, dit l'auteur, il n'a pu trouver dans les minerais alumineux que les quantités suivantes d'acide vanadique :

Minerai de Revest	0,0009
Minerai de Calabre	0,0006

Voici maintenant les résultats des analyses de deux espèces ferrugineuses :

	Bauxite de Parizot.	Bauxite de Paradou.
Silice	39,7	4
Alumine et titane		18
Sesquioxyde de fer	48,2	60
Calcaire	0,2	18
Eau	11,9	
	100,0	100
Fonte obtenue par voie sèche : p. 100	33	42

On y a déterminé :

Soufre	2,5	2,4
Vanadium	16,0	14,0
Phosphore	29,0	25,0
Charbon, silicium, titane, azote, etc.	500,0	434,3
Fer par différence	10952,5	9524.3
	11500,0	10000,0

L'essai par voie sèche, pour fonte, a dû être fait à très-haute température. Outre le charbon, on ajoute pour 1 partie de minerai, 1/2 p. sable blanc pur et 1/4 p. chaux vive pulvérisée ; le mélange est placé dans un creuset de charbon de cornue enfermé lui-même dans un bon creuset de terre ; le feu est soutenu pendant quatre à cinq heures. Sous une scorie dure, on trouve un culot de fonte quelquefois presque ductile, et le plus souvent des cristaux, adhérents à la fonte d'azotocarbure de titane de couleur cuivre (titane des hauts fourneaux).

De la cryolite. — La cryolite du Groënland est employée aujourd'hui dans les trois usines où l'on fabrique l'aluminium, soit comme fondant, soit comme matière première à décomposer par le sodium.

Dans le Danemark et à Stettin (Prusse), elle a été connue d'abord sous le nom de soude minérale. On l'y traite par un lait de chaux à l'ébullition, et l'on obtient par une réaction complète du fluorure de calcium et de l'aluminate de soude. Avec cet aluminate on fabrique un savon retenant beaucoup d'eau, à cause de l'alumine ou du stéarate d'alumine qu'il renferme. Ce même aluminate a été aussi traité par un courant d'acide carbonique au moyen duquel il se produit du carbonate de soude et un précipité appelé à tort alumine.

Un échantillon de cette matière desséchée, de composition constante, privée de toute saveur saline, a été obtenu de Copenhague ; on l'a trouvé formé de :

Alumine	44,8
Carbonate de soude	20,1
Eau et acide carbonique	34,4
Carbonate de chaux	0,7
	100,0

Des lavages répétés à l'eau bouillante ne parviennent pas à lui enlever la totalité de la soude.

M. Deville y a constaté la présence de l'acide phosphorique. A Nanterre, cette alumine mêlée au sel marin et au charbon, et traitée par le chlore dans les appareils de fabrication du chlorure double de sodium et d'aluminium, a laissé dégager une quantité de phosphore.

Dans l'aluminium préparé avec la cryolite, on rencontre, outre les impuretés déjà signalées, le silicium, des fluorures et du *phosphore*.

L'auteur opérant sur 50 grammes de cryolite, y a constaté l'existence du vanadium et du manganèse. A cet effet il fond la matière avec la potasse et le nitre et reprend par l'eau. Le résidu retient de l'oxyde de fer; la liqueur verte de manganate de potasse additionnée de quelques gouttes d'alcool abandonne son manganèse; on filtre, traite par l'hydrogène sulfuré; la liqueur se colore en rouge par la formation de sulfovanadite de potasse; on sature par l'acide chlorhydrique; on chauffe pour rassembler le précipité brun de sulfure de vanadium, on le filtre; enfin on obtient par grillage l'acide vanadique, qui est fondu, puis pesé.

La cryolite a donné, outre le sesquioxyde de fer:

Oxyde de manganèse.....	0,0011
Acide vanadique	0,00018

---

14. *Observations sur des canons chinois et cochinchinois;* par M. Roux.

(*Comptes rendus*, 1er sem. 1861, p. 1046.)

Nous reproduisons seulement les résultats des analyses de M. Roux.

	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4
Cuivre.....	88,11	77,18	93,19	71,16
Etain......	3,16	3,42	5 43	»
Zinc.......	7,10	5,02	»	27,36
Fer........	1,63	1,16	1,38	1,40
Plomb.....	»	13,22	»	»
Arsenic....	»	tr.	tr.	»
	100,00	100,00	100,00	99,92
Densité.....	8,884	9,382	8,645	8,763

N° 1. *Obusier cochinchinois.* Cassure à grain régulier, de couleur jaune rougeâtre; très-tenace.

N° 2. *Canon cochinchinois.* Cassure homogène d'un blanc grisâtre sombre; peu tenace.

N° 3. *Espingole cochinchinoise.* Coupé au ciseau, cet alliage a une teinte de cuivre rouge; la cassure est caverneuse; il est peu tenace.

N° 4. *Canon chinois.* Couleur et ténacité du laiton.

---

15. *Creusets réfractaires des essayeurs du Cornwall;* par M. J. Percy.

(*Traité de métallurgie*, t. Ier. Londres, 1861.)

La première fabrique de creusets réfractaires pour les essais de cuivre a été établie à Truro un peu avant 1778. Aujourd'hui deux usines, celle de M. Mitchell de Truro et celle de M. Juleff de Redruth, fournissent la majeure partie de ces produits dont la consommation est considérable.

M. Percy donne les analyses faites dans son laboratoire, par M. A. Dick, sur la pâte des creusets de M. Juleff, et par M. Weston sur les argiles employées à leur fabrication.

Composition des creusets de M. Juleff.

Silice (et quartz)	72,39
Alumine	25,32
Peroxyde de fer	1,07
Chaux	0,38
Magnésie	tr.
Potasse	1,14
	100,30

Les grands creusets sont faits avec un mélange de :

Argile de Teignmouth	1 partie.
Argile de Poole	1
Sable de Saint-Agnes-Beacon	2

Pour les creusets de moindre dimension et moins réfractaires on ajoute au précédent mélange 1/8 en poids de kaolin de Saint-Austell.

Composition des argiles.

	n° 1.	n° 2
Silice	52,06	48,99
Alumine	29,38	32,11
Potasse	2,29	3,31
Chaux	0,43	0,43
Magnésie	0,02	0,22
Protoxyde de fer	2.37	2,34
Eau { combinée	10,27	9,63
Eau { hygrométrique	2,56	2,33
	99,38	99,36

N° 1. Argile de Bovey, dite de Teignmouth, qui est le port d'embarquement (Devonshire). Couleur d'un gris brun, clair, avec particules de lignites disséminées dans l'argile.

N° 2. Argile de Poole, Dorsetshire. Couleur d'un gris blanc; savonneuse.

---

16. *Briques réfractaires de Dinas. Sables de Briton-Ferry;* par M. J. Percy, ibidem.

Les briques éminemment siliceuses, connues sous le nom de *Dinas fire-bricks*, sont employées dans les usines à cuivre de Swansea, particulièrement à la construction des voûtes des fours à réverbère.

La matière première se rencontre sur divers points du *Vale of Neath;* elle existe en roche et désagrégée comme du sable; sèche, elle est d'un gris pâle.

Lorsque la roche n'est pas trop dure, on la broie entre des cylindres de fonte; la plus dure est exposée à l'air, une partie s'attendrit un peu, le reste est rejeté. M. Weston a analysé deux variétés.

N° 1. Roche de dureté moyenne, extraite à Pont Neath Vaughan,

N° 2. Même localité, autre exploitation.

	n° 1	n° 2.
Silice (quartz)	98,31	96,73
Alumine	0,72	1,39
Protoxyde de fer	0,18	0,48
Chaux	0,22	0,19
Alcalis	0,14	0,20
Eau combinée	0,35	0,50
	99,92	99,49

Le procédé de fabrication a été longtemps tenu secret. On mêle la matière pulvérisée avec 1 p. 100 de chaux et de l'eau en quantité suffisante pour que la pression détermine une légère cohésion. On comprime dans des moules en fer sur un fond de tôle ; la brique, sur la feuille de tôle, est portée au séchoir. La cuisson prend environ 14 jours, dont 7 de feu très-vif et le reste pour un refroidissement gradué. Ces briques se vendent 60 sh. = 75 francs le mille. Leur cassure est très-rugueuse, on y voit les grains de quartz blanc, soudés par une pâte mince d'un brun jaunâtre pâle. Elles se *dilatent* par la chaleur.

Les sables de la côte, à Briton-Ferry, près Neath, sont employés à Swansea pour la sole des fours de fusion et de raffinage. M. Weston a trouvé pour leur composition :

Silice (et sable)	87,87
Alumine	2,13
Peroxyde de fer	2,72
Chaux	3,79
Magnésie	0,21
Acide carbonique et un peu d'eau	2,60
	99,32

---

17. *Traitement par la voie humide des minerais de cuivre pauvres à Alderley-Edge ;* par M. W. Henderson.

(*Mining Journal* des 6 et 13 octobre 1860.)

Les mines de cuivre d'Alderley-Edge sont situées à 1 1/4 mile de la station d'Alderley et Charley, sur le chemin de fer de Manchester et Crewe. Exploitées à diverses reprises dans les trois derniers siècles, elles sont aujourd'hui entre les mains de M. James Michell, de Bristol.

Les travaux ont été repris dans l'été de 1857 et, dès la fin de juin 1860, il avait été extrait 24.155 tonnes de minerai de cuivre ; les produits du traitement avaient été vendus pour cuivre 877.680 fr., et l'on avait réalisé un bénéfice de plus de 250.000 francs.

Ce remarquable succès n'a point passé inaperçu en Angleterre, et mérite d'autant plus l'attention qu'il est dû à une judicieuse application des procédés de la voie humide.

Tout en insistant sur la méthode au point de vue des réactions, je tirerai de la notice de M. Henderson les chiffres propres à caractériser les conditions du travail, chiffres sans lesquels le sujet ne saurait être bien compris ; si je sors quelque peu du cadre des

extraits de chimie, je n'en resterai pas moins rigoureusement dans celui des *Annales des mines.*

Gisement.— Le minerai se rencontre dans les couches du new-red-sandstone, et consiste en un mélange à proportions variables d'arséniate, carbonate, oxyde et phosphate de cuivre, disséminés en petite quantité dans un grès presque blanc et souvent chargé d'une forte dose de baryte sulfatée.

Composition du minerai. — D'après les analyses on peut prendre pour la composition moyenne les chiffres suivants :

Oxyde de cuivre	1,97 (a)
Acide arsénique, traces d'acide phosphorique et acide carbonique.	2,74
Oxyde de manganèse	0,48
Oxyde de cobalt	0,05
Oxyde de fer	1.46
Argile	3,20
Baryte sulfatée	4,50
Sable blanc (quartz)	84,72
	99,12

(a) Cuivre métallique : 1,58 pour 100.

On a constaté la présence de plusieurs acides organiques, particulièrement de l'acide crénique qui forme avec le cuivre un sel soluble dans l'eau.

Méthode d'exploitation et traitement.—Les couches sont attaquées aux affleurements et exploitées en carrière, La roche abattue est grossièrement cassée, puis élevée par une machine à vapeur sur un plan incliné jusqu'aux cylindres broyeurs ; le grès est tendre, on broie au 1/2 pouce, sans tamisage. Le wagon qui reçoit les matières peut circuler au-dessus d'une ligne de seize bacs à peu près juxtaposés. C'est là que commence le traitement proprement dit, et qui consiste essentiellement en une dissolution par l'acide chlorhydrique, suivie d'une précipitation du cuivre par le fer.

Les bacs de dissolution ont, dans œuvre, environ 3m,35 sur 2m,44 et un peu plus de 1m,22 de profondeur. On les construit de préférence en dalles du Yorkshire ; chacun est fait de cinq pièces boulonnées ; il est étanche ; on y met un faux fond consistant en trois ou quatre madriers de 0m,15 de hauteur posés dans le sens de la longueur et portant des planches de 0m,013 d'épaisseur, lesquelles sont percées de trous de 0m,013 de diamètre assez voisins les uns des autres. Sur ce fond on répand une couche mince de balai et de paille. Dans chacun des bacs une pompe en bois est établie près d'une extrémité de manière à puiser les liquides sous le faux fond.

Le minerai broyé, à la charge de 9 tonnes, remplit la caisse

jusqu'à $0^m,076$ du bord; on égalise soigneusement la surface en évitant de la fouler aux pieds. On verse alors de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour dissoudre les trois quarts du cuivre contenu dans ces 9 tonnes de matières; le minerai est d'abord recouvert par l'acide, qui disparaît ensuite peu à peu; à ce moment les pompes des bacs voisins amènent des liquides de lavage qui élèvent dans la caisse le niveau à $0^m,050$ du bord. De deux en deux heures on pompe la liqueur sous le faux fond et on la répand sur les sables; lorsque la dissolution cesse de gagner, on la fait écouler aux bacs de précipitation. Du nouvel acide est versé sur le minerai en partie épuisé et l'on répète le lavage et les manœuvres de la pompe. On obtient ainsi une seconde dissolution, qui est déversée sur le bac voisin, au moment où celui-ci vient de recevoir la première dose d'acide.

Le minerai épuisé est alors couvert d'eau qu'on laisse filtrer sous le faux fond; on enlève une couche de sable blanc de l'épaisseur d'une bêche; on remue le résidu, on ajoute encore de l'eau et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait vidé le bac; on secoue la paille et le balai et on les replace.

L'opération a une durée totale d'environ trois jours; seize bacs passent aisément 1.000 tonnes par mois.

Le sable blanc est repris par wagons et emmené aux remblais.

Les liqueurs cuivreuses arrivent aux bacs de précipitation, qui ont les mêmes dimensions que ceux de dissolution; pour trois de ceux-ci on compte un de ceux-là.

Ces bacs sont garnis d'une bonne quantité de fer métallique; les sels de fer sont écoulés pour être employés comme on le verra; chaque bassin est nettoyé une fois par mois; le cuivre précipité est séparé des rognures de tôle par un tamisage, il est bien lavé, puis séché et mis en baril. Sa teneur à l'essai dépasse 75 p. 100.

On a suivi dans les premiers temps le procédé qui vient d'être décrit et dans lequel il n'est pas tenu compte de la présence de l'arsenic; aussi sous le rapport de la qualité du cuivre a-t-on obtenu d'assez mauvais résultats.

Plus récemment une expérience fortuite a mis sur la voie d'une amélioration décisive, aujourd'hui appliquée avec avantage.

Lorsqu'on fait bouillir une dissolution de cuivre (2 parties) avec une dissolution de fer (1 partie) (*), on obtient un précipité blanc pesant, dont le dépôt est rapide; il varie dans sa composition, mais

(*) L'auteur n'indique pas la nature de ces dissolutions; il est à présumer qu'il entend parler des chlorures impurs de l'opération précédente.

est formé d'acide arsénieux et de peroxyde de fer; la liqueur devient fortement acide et capable de dissoudre de nouveau mineral de cuivre.

Pour tirer parti de cette réaction. on verse tout d'abord sur les bacs un mélange bouillant de ces dissolutions, lequel enlève environ un tiers du cuivre contenu (et entraîne probablement l'arsenic correspondant); après saturation ce liquide est écoulé aux bacs de précipitation; le minerai reçoit seulement alors de l'acide chlorhydrique qui l'épuise et fournit une seconde dissolution. Celle-ci est mêlée aux liqueurs de fer; le tout est porté à l'ébullition et versé sur du minerai neuf; le précipité, arsenic et fer, reste dans les sables et n'est pas redissous par le traitement ultérieur à l'acide chlorhydrique: lors de la précipitation le cuivre est encore mêlé à une matière d'un gris blanc, gélatineuse, insoluble, formée de AsO^3 et Fe^2O^3, mais que l'on enlève facilement par lavage.

On a réussi de la sorte à économiser un tiers de l'acide chlorhydrique, tout en obtenant du cuivre plus pur.

Données économiques. — Voici les prix des principaux articles consommés:

La houille coûte par tonne de 9f,375 à 10f,625 (7 sh. 6d. à 8 sh. 6d.

L'acide chlorhydrique concentré revient sur place à 31 sh. par tonne, soit 38f,75 les 1.015 kil,

Le fer provient de rognures de fer-blanc dont l'étain a été enlevé; cette matière coûte 30 sh. = 37f,50 la tonne, tandis que les riblons coûteraient 75 francs,

Les frais par tonne de minerai traité ont été dans les derniers mois abaissés aux nombres suivants, dans lesquels on ne comprend pas l'exploitation proprement dite:

	fr.
Cassage, roulage et broyage	0,780
Machine à vapeur motrice	0,365
Remplissage des bacs; dissolution; enlèvement des résidus; précipitation	1,125
Acide chlorhydrique	6,775
Fer métallique	0,675
Lavage du précipité, séchage, mise en baril	0,315
Direction, surveillance, laboratoire	0,785
Matériel, outils, amortissement	0,470
Frais totaux par tonne	11,290 (*)

(*) D'après les prix des réactifs, on aurait consommé par tonne de minerai environ 177 kil. d'acide chlorhydrique et la quantité bien faible de 18 kil. de fer métallique.

Résumé de la production. — On a extrait 24.155 tonnes de minerai donnant à l'analyse une teneur de 1,58 p. 100 de cuivre; on a vendu 573 tonnes 5 cwts 1 quarter de précipité. La vente a été basée sur l'essai par voie sèche du Cornwall; la teneur élevée du précipité n'a pas permis que la perte en cuivre à l'essai fût très-forte; d'après la moyenne des essais du précipité, il a été vendu 1,534 de cuivre p. 100 de minerai traité. L'essai du Cornwall fait sur le minerai sortant indique une teneur de 1 1/16 = 1,065 seulement; tandis qu'on a réussi à extraire et vendu (à l'essai) 44 p. 100 de cuivre en sus de cette teneur.

Tentative d'extraction de l'acide chlorhydrique et du cobalt contenus dans le chlorure de fer impur. — On produit par semaine près de 90 mètres cubes de liqueur chlorhydrique de fer de manganèse et de cobalt. On a tenté d'en extraire l'acide. A cet effet le liquide est concentré dans de grandes chaudières en fonte jusqu'à la densité de 1,40 mesurée à l'ébullition; on le projette alors en filets sur le fond d'un fourneau recouvert de sable et porté par des conduites inférieures à la température du rouge sombre. Les vapeurs sont emmenées par un canal en pierre à une tour de 20 mètres de hauteur remplie de coke arrosé d'eau par le sommet. — Le chlorure de fer bouillant est décomposé au contact du sable chauffé au rouge; l'acide est condensé dans la tour et les oxydes métalliques restent en partie dans le four. Ce résidu contient du cobalt, mais lorsqu'on a voulu en extraire ce métal, il s'est trouvé mêlé à une proportion de manganèse telle que l'on n'a pas pu jusqu'ici le séparer économiquement.

Quant à l'acide chlorhydrique, l'auteur croit qu'avec les prix ci-dessus indiqués pour la houille, ce procédé de régénération serait avantageux, si la tonne d'acide revenait sur place à plus de 35 sh., prix supérieur à celui actuellement payé à Alderley.

COMPTE RENDU

DES TRAVAUX DU LABORATOIRE DE L'ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE (LOIRE) PENDANT L'ANNÉE 1861.

(Extrait.)

Essais faits par M. LAN, ingénieur des Mines.

1° *Minerais de plomb argentifère de la mine de Rottenberg* (Suisse).

Ayant eu l'occasion de visiter, pendant les vacances dernières, un gisement de galène argentifère situé dans le canton du Valais, en Suisse, j'en ai rapporté un certain nombre d'échantillons, que j'ai essayés à la demande de M. d'Ervieux, ingénieur français, qui dirige cette exploitation. Je dirai d'abord quelques mots de la nature du gisement.

Il est situé dans le voisinage des glaciers, qui alimentent la rivière de Lanza, un des affluents de la droite du Haut-Rhône, en amont de Sion. On connaît dans cette région, à droite et à gauche du fleuve, un certain nombre d'affleurements d'une couche de galène quartzo-pyriteuse intercalée dans les schistes anciens micaschites ou talc-schistes passant au gneiss et relevés presque verticalement. C'est par un de ces affleurements qu'est ouverte la mine de Rottenberg.

Les travaux qu'on y a exécutés jusqu'à ce jour ont découvert un ensemble de deux veines principales, l'une au toit, l'autre au mur; la première, à peu près massive, est de galène presque pure, d'un grain serré, d'un bleu dont la teinte est souvent foncée par mélange de pyrites et sulfure de zinc; la seconde est composée de veines de quartz blanc plaquées de galène à gros grains brillants.

Les essais que je vais rapporter montrent que la galène grenue et massive est notablement moins argentifère que la galène quartzeuse à gros grains.

Galène grenue (toit).	Teneur en plomb.	Teneur en grammes d'argent du quintal de plomb.
N° 1	66 p. 100	35 grammes.
N° 2	47	42
N° 3	64	41
N° 4	65	46
N° 5	62	50
Galène à gros grains (mur).		
N° 1	62	53
N° 2	40	50
N° 3	38,75	53

Les minerais, amenés de la mine au fond de la vallée par un couloir en bois de 1.800 mètres, qui rachète une différence de niveau de l'une à l'autre de 6 à 700 mètres environ, sont uniformément broyés au bocard.

Les sables sont lavés au caisson allemand, et les *broyées*, plus fines, aux tables dormantes. On obtient ainsi trois sortes de schlich : schlich de caisson (n° 1), schlich de table (n° 2), schlich de sable pyriteux (n° 3). Ces trois sortes de produits ont respectivement donné à l'essai :

	Teneur en plomb.	Teneur en argent du quintal de plomb.
N° 1	70 p. 100	50 grammes.
N° 2	65	60
N° 3	52	55

2° *Mattes et scories du traitement au four à reverbère du minerai de plomb de Sainte-Foy-l'Argentière* (Rhône).

Ces produits métallurgiques provenaient de l'essai de traitement par voie de précipitation par le fer du minerai dont les teneurs en plomb et argent figurent au compte rendu de M. Desbief. M. Soulary, directeur de l'exploitation de Sainte-Foy-l'Argentière, nous les avait remis, dans une visite que M. Desbief et moi fîmes à son établissement en mai dernier.

En fondant, par la méthode dite viennoise, un minerai en apparence presque pur, il ne parvenait à retirer que des quantités de plomb à peine égales à la moitié du rendement en petit. Les mattes, assez abondantes, se séparaient mal des scories. Pensant que cela pouvait tenir à la présence du sulfate de zinc qui paraît assez fréquent dans le minerai, j'avais entrepris des recherches qualitatives et quantatives à ce sujet, mais je n'ai pu les terminer encore.

NOTE

SUR LA GRILLE A ÉTAGES DE M. LANGEN (*).

Par M. G.-A. HIRN.

d^1, d^2, d^3 (Pl. V, *fig.* 13 et 14) sont des plaques en fonte d'environ $0^m,025$ d'épaisseur au bout desquelles commencent les grilles coudées $e'e$, $f'f$, $g'g$ horizontales en e', f' g' et inclinées en e, f, g. Ces grilles sont formées de petits barreaux de $0^m,015$ environ d'épaisseur qui reposent par leurs extrémités sur les traverses en fonte b et v et qui sont faciles à enlever et à remettre en cas de besoin. Ainsi que l'indique la *fig.* 13, la houille jetée par le chauffeur sur les plaques d^1, d^2, d^3, est poussée à fond à l'aide d'un ringard, de manière à couvrir en totalité le plan incliné que constitue l'ensemble des barreaux et la partie horizontale de chaque étage, et à fermer l'ouverture existant entre les extrémités v et les grilles horizontales e', f' et g'. L'air est ainsi forcé de passer entre les intervalles qui séparent les barreaux.

Les plaques d^1, d^2, d^3 et les traverses b et v sont portées par des joues latérales en fonte a (*fig.* 14).

Dans la pièce C se trouvent deux lucarnes l, l, munies de couvercles qui permettent au chauffeur de voir l'état du feu. A mesure que la houille se réduit en scories, celles-ci descendent et se rassemblent dans le sac z c^1 c^2 à barreaux

(*) Cette grille a déjà été décrite dans le *Polytechnisches Journal* de 1860, et dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* de 1861.

(*Note de la rédaction.*)

horizontaux c^1 c^2 (*fig.* 14), d'où on les extrait aisément à l'aide d'un croc après avoir avec le levier S rabattu la portière verticale à jour *z*.

1° Cette grille à étage est fumivore, c'est-à-dire que pendant les neuf dixièmes de la journée, il s'échappe de la cheminée une fumée blanchâtre à peine visible, et qu'il n'y a de fumée visible et noire qu'au moment de l'allumage ou quand, après avoir vidé le sac à scorie, on est obligé de pousser le charbon en avant en très-grande masse.

2° Elle est fumivore dans la bonne acception du terme, c'est-à-dire que la fumée est détruite lors même qu'on ne donne à la houille que le minimum d'air absolument nécessaire à la combustion complète. C'est le contraire de ce qui a lieu dans la plupart des fumivores que j'ai eu occasion d'étudier, où par conséquent l'économie obtenue par la combustion du carbone de la fumée est largement perdue par l'excès d'air froid qu'on introduit au foyer.

3° Avec les grilles horizontales ordinaires, nos générateurs évaporaient $5^k,50$, $6^k,0$ et $6^k,5$ d'eau par $1^k,0$ de houille de Ronchamp de moyenne qualité. L'emploi de la grille Langen a porté partout l'évaporation à $7^k,3$ et $7^k,5$ par $1^k,0$. A peine ai-je besoin d'ajouter qu'il s'agit ici de vapeur surchauffée et par suite *sèche*.

Nos résultats ne sont donc point entachés des erreurs auxquelles donne si souvent lieu l'eau emportée mécaniquement, erreurs qui peuvent aller à 15 p. 100.

4° Ces grilles à étages, lorsqu'elles sont bien maniées, fatiguent et surtout *brûlent* moins le chauffeur que les grilles ordinaires : sous ce rapport, il y a unanimité dans l'opinion de nos ouvriers. Elles exigent une certaine étude de la part du chauffeur et le reproche qu'on pourrait leur faire, c'est que leur rendement dépend beaucoup plus de l'ouvrier que celui des grilles ordinaires. Cependant comme le chauffeur éprouve d'autant moins de peine et de fatigue qu'il fait un meilleur emploi de son foyer, il a intérêt à arriver de lui-

même au rendement maximum, et l'espèce de critique que je mentionne tombe peu à peu, à mesure que l'ouvrier étudie son foyer.

5° La grille Langen permet de brûler les plus mauvaises houilles. Ceci, aux yeux de bien des personnes, semblera un immense avantage et pourra en effet en être un dans certaines localités. Je dis *semblera*, car pour nous et dans notre localité, l'expérience bien faite nous a toujours prouvé que nous avons un avantage pécuniaire évident à préférer les bonnes houilles aux mauvaises, quels que soient les bas prix de celles-ci.

En définitive et en partant des données précédentes présentées avec la plus stricte impartialité, on peut regarder l'invention de la grille à étages de M. Langen comme un progrès des plus grands dans le bon emploi du combustible. Au point de vue de la production économique de la vapeur, c'est certainement un des pas les plus importants qui aient été faits depuis ces quinze dernières années.

DESCRIPTION

D'UN FLOTTEUR ALIMENTAIRE AUTOMOTEUR.

Par M. CLEUET, chef d'atelier à l'usine de MM. Chameroy et Cie.

Cet appareil a pour but l'alimentation des générateurs à vapeur, sans avoir recours à une machine motrice.

Ses principaux avantages sont :

1° De supprimer les pompes alimentaires et autres appareils employés jusqu'à ce jour pour l'alimentation des chaudières ;

2° D'entretenir un niveau d'eau constant dans le générateur ;

3° De rendre l'alimentation complétement indépendante de la surveillance des chauffeurs, l'appareil fonctionnant de lui-même lorsque la chaudière a besoin d'eau ;

4° De fonctionner quelle que soit la pression dans le générateur.

5° D'alimenter avec de l'eau prise à toute température.

La réalisation des conditions ci-dessus énoncées consiste dans l'emploi d'un corps creux ou flotteur plongé dans une masse liquide, et qui, se remplissant et se vidant alternativement, devient tour à tour plus lourd ou plus léger que le liquide qui l'entoure, et s'anime ainsi de lui-même d'un mouvement vertical alternatif qui le met en communication successive avec le générateur et le réservoir général d'alimentation pour transporter de l'un dans l'autre l'eau nécessaire à la production de la vapeur.

La *fig.* 12, Pl. V, représente un appareil destiné à l'alimentation d'un générateur de la force de 50 chevaux.

A. Capacité fermée, constamment remplie par l'eau arrivant du réservoir général d'alimentation.

B. Flotteur cylindrique placé dans la boîte A; il est muni d'une double enveloppe *b*, destinée à prévenir le trop grand échauffement et la vaporisation de l'eau de la boîte A. L'espace libre entre les enveloppes communique avec l'atmosphère par un petit tube en caoutchouc *b'*, qui a pour but d'éliminer les vapeurs accidentelles qui pourraient se produire entre les deux enveloppes. — Un tube d'axe C est fixé solidement aux deux fonds du flotteur et porte deux séries d'ouvertures *d'd'*, *e'e'*. Deux tubes *cc'*, munis également d'ouvertures *dd*, *ee*, prolongent l'axe du flotteur et glissent à frottement doux dans les boîtes à étoupes G. G'.

F. F' Bagues annulaires à gorges, percées de trous et fixées dans les boîtes à étoupes GG' entre deux garnitures de chanvre ou toute autre matière.

H. Évasement pratiqué dans la boîte et le presse-étoupes supérieur, et destiné à laisser échapper la vapeur qui a produit son action.

I. Générateur.

J. Tuyau de prise de vapeur prolongé dans la chaudière jusqu'au niveau N, réglementaire de l'eau.

K. Tuyau d'introduction d'eau dans le générateur.

Jeu de l'appareil. — Supposons la chaudière vide et le flotteur ainsi que la capacité A remplis d'eau.

Le flotteur B a pour poids la moitié du poids de l'eau que son volume déplace, et ses dimensions sont calculées de telle sorte que la force ascendante ou descendante qu'il possède, suivant qu'il est vide ou plein d'eau, soit suffisante pour vaincre le frottement des tubes *c. c'* dans leurs garnitures.

Ces conditions étant remplies, le flotteur repose sur le fond de la boîte A et se trouve en communication avec le tuyau de prise de vapeur J par les ouvertures *d.d* du tube *c*, et avec le tuyau d'introduction d'eau K par les trous *e.e* du tube *c'*. En vertu de la différence de niveau qui existe entre le flotteur et la chaudière, l'eau qu'il contient s'écoulera dans le générateur et sera remplacée par l'air arrivant par le tube J.

Au fur et à mesure que l'eau du flotteur s'écoule, l'air qui la remplace donne au flotteur une densité de plus en plus faible par rapport à celle de l'eau qui l'entoure, et, par suite, sa force ascensionnelle s'accroît jusqu'à ce que, devenue suffisante pour vaincre le frottement des garnitures, elle force le flotteur B à s'élever à l'intérieur de la boîte A jusqu'à ce qu'il vienne s'appuyer contre le couvercle supérieur de cette boîte. Dans cette nouvelle position, les trous *d*,*d* du tube *c* sont venus se placer dans l'évasement *h* en face du tuyau d'échappement communiquant avec l'atmosphère ou avec le réservoir d'alimentation ; les trous *e*,*e* du tube *c'* sont en communication avec la boîte A dont l'eau qu'elle contient, et qui est remplacée au fur et à mesure par celle qui arrive du réservoir général, rentre dans le flotteur par les orifices *e'e'* en chassant l'air qui s'y trouvait renfermé.

Au fur et à mesure que l'eau rentre dans le flotteur, la force qui le tenait soulevé décroît et devient bientôt négative, et le flotteur revient à sa première position. L'écoulement dans le générateur recommence, et le fonctionnement continue ainsi tant que le niveau de l'eau dans la chaudière ne vient pas affleurer et boucher l'orifice du tube J. A ce moment, l'air ne pouvant plus rentrer dans le flotteur, le mouvement et l'écoulement d'eau s'arrêtent.

Si maintenant on fait produire de la vapeur dans la chaudière, les phénomènes indiqués ci-dessus se reproduiront, et l'eau du flotteur ne passera dans le générateur qu'autant que le plan de niveau N débouchant de l'orifice du tube J permettra à une certaine quantité de vapeur de passer dans le flotteur pour en déplacer un égal volume d'eau.

La densité de la vapeur étant peu différente de celle de l'air, elle donne bientôt au flotteur assez de légèreté pour qu'il s'élève ; elle s'échappe alors par le tuyau d'échappe-

ment et se rend dans le réservoir, où elle se condense en abandonnant à l'eau son calorique.

On voit par là que l'on pourrait aspirer l'eau d'un réservoir placé en contre-bas de l'appareil; car le vide produit par la condensation de la vapeur est suffisant pour permettre l'aspiration à quelques mètres de hauteur. Mais dans la généralité des cas, il est préférable que le réservoir général soit placé à un niveau un peu supérieur à celui du flotteur, car on a moins de soins à apporter au serrage des joints des tuyaux, et l'on peut prendre de l'eau à une température très-élevée.

Il est à remarquer que, sauf les pertes de calorique par les surfaces de l'appareil et des tuyaux de communication, pertes que l'on peut atténuer beaucoup en enveloppant la boîte A de corps mauvais conducteurs, l'alimentation de la chaudière est produite sans dépense de combustible, car la chaleur emportée par la vapeur employée est restituée complétement à l'eau du réservoir et, par suite, au générateur.

DE L'APPLICATION

DE LA TÔLE D'ACIER FONDU A LA CONSTRUCTION DES CHAUDIÈRES DE MACHINES LOCOMOTIVES.

Par M. COUCHE,
ingénieur en chef du contrôle, professeur à l'École des mines.

L'application de la tôle d'acier fondu, bien fabriquée, à la construction de chaudières à vapeur présente des avantages manifestes surtout pour les machines locomotives. Les dispositions réglementaires spéciales dont ce métal a été l'objet (décision ministérielle du 26 juillet 1861) permettent de donner au corps cylindrique un diamètre plus grand sans dépasser la limite légale de l'épaisseur, et d'obtenir ainsi une surface de chauffe et par suite une puissance plus considérables qu'avec la tôle de fer; elles permettent de plus de réaliser, à puissance égale, une économie notable sur le poids du moteur, considération capitale au moment où une réaction si fondée s'opère enfin chez nous contre l'exagération de la charge par essieu. Quant aux foyers, formés de faces planes embouties, la tôle d'acier fondu leur convient également en raison de son aptitude à subir ce genre d'élaboration. Ce travail est moins facile sans doute qu'avec le fer, par suite de la température relativement basse à laquelle il faut travailler l'acier, sous peine de l'altérer; mais il se prête sans fissures ni gerçures aux brusques inflexions que doivent subir les faces du foyer. L'expérience prouve d'ailleurs que les parois, en contact d'un côté avec l'eau et de l'autre avec le feu, résistent parfaitement; aussi quelques constructeurs regardent-ils l'emploi de la tôle d'acier fondu comme spécialement indiqué pour les feuilles de chaudières qui reçoivent l'action immédiate de la flamme.

Toutefois, dans les locomotives, les avantages de cet emploi sont moins prononcés pour le foyer que pour le corps

cylindrique; ils sont même contestés. Quand il s'agit de faces planes, en effet, on ne peut profiter que dans une faible mesure de la plus grande résistance du métal, et cela pour deux motifs : d'une part, tandis que l'épaisseur peut être réduite exactement dans le rapport inverse des résistances élémentaires, pour les faces soumises seulement à un effort de traction, elle ne peut l'être que dans le rapport inverse des racines quarrées de ces résistances pour les faces qui travaillent par flexion transversale. D'un autre côté, avec le mode d'armature appliqué aux faces planes opposées, la solidité et la résistance des joints aux fuites reposent en grande partie (et même uniquement si une tête d'entretoise est rongée), sur le taraudage, ce qui ne permet pas de réduire la hauteur et le nombre des filets en prise, — et par suite l'épaisseur des feuilles, — au-dessous d'une limite à peu près indépendante de la résistance du métal. La considération déterminante dans les locomotives, — c'est-à-dire la réduction du poids, est donc à peu près hors de cause pour les faces planes, dont l'étendue est d'ailleurs beaucoup moindre que celle des parois cylindriques (*).

C'est cependant aux foyers (et aussi, dans un cas, à la boîte à feu) que la tôle d'acier fondu a été appliquée dans

---

(*) On pourrait pousser plus loin la réduction des épaisseurs, en multipliant les entretoises et diminuant leur diamètre; mais elles ne sont déjà que trop rapprochées pour la facilité de l'entretien.

Les constructeurs américains qui n'emploient pour leurs chaudières, enveloppe et foyer, que de la tôle de fer de très-bonne qualité, il est vrai, ne craignent pas de réduire les épaisseurs tant pour l'enveloppe que pour les faces latérales du foyer, à 5/16 et même à 1/4 de pouce anglais ($7^{mm},9$ et $6^{mm},3$); la plaque tubulaire a seule 1/2 pouce ou 3/8 de pouce ($12^{mm},7$ ou $9^{mm},5$). Les entretoises en fer, de 19 millimètres de diamètre, sont espacées de 4 pouces ($10^{cent.},16$); des chaudières ainsi construites travaillent sous des pressions absolues de 9 atmosphères, et il est probable que cette limite est souvent dépassée.

Les ingénieurs américains voyent, et avec raison, dans cette faible épaisseur des tôles du foyer une garantie contre l'altération du métal par le coup de feu auquel la tôle au bois est particulièrement sensible; mais il faudrait savoir comment les joints des entretoises se comportent avec des épaisseurs aussi réduites.

les deux essais faits en France, l'un sur la ligne de l'Est, l'autre sur la ligne de Paris à la Méditerranée. Il importe de recueillir tous les faits propres à guider la pratique dans l'application du nouveau métal; nous reproduisons donc les observations que nous ont communiquées MM. Vuillemin et Delpech, ingénieurs du matériel des chemins de l'Est et de la Méditerranée :

1° *Essai du chemin de fer de l'Est.*

« Pendant la guerre de Crimée et quelques années après, il fut impossible de se procurer comme autrefois de bons cuivres de Russie pour la construction des foyers de locomotives; la mauvaise qualité du cuivre employé vers cette époque, et les progrès réalisés dans la fabrication des aciers, engagèrent la compagnie de l'Est à rechercher s'il n'y aurait pas intérêt à substituer la tôle d'acier fondu aux plaques de cuivre rouge dans la construction des foyers, et même à la tôle de fer pour l'enveloppe du foyer des chaudières de locomotives. »

« Dans le courant de l'année 1858, la compagnie ayant quelques machines à marchandises à construire dans ses ateliers d'Épernay, il fut résolu que le foyer et la boîte à feu de l'une d'elles seraient faits en tôle d'acier fondu : cette machine fut terminée à la fin de l'année 1858, et mise en service le 4 janvier 1859. Le résultat, en ce qui concerne le foyer, n'a pas répondu aux prévisions de la compagnie, et après trois années de service pendant lesquelles la machine a effectué un parcours total de 69.765 kilomètres, le foyer en acier a dû être retiré dans le courant du mois de décembre 1861, et remplacé par un foyer en cuivre. »

« Toutes les tôles d'acier formant la boîte à feu ont 11 millimètres d'épaisseur. »

« Toutes les tôles d'acier, face arrière, ciel et côtés du foyer ont 12 millimètres. »

« La plaque tubulaire a une épaisseur uniforme de 17 millimètres.

« Les tôles de fer du corps cylindrique de la chaudière ont 12 millimètres. »

« L'enveloppe extérieure du foyer s'est très bien comportée et se trouve aujourd'hui en parfait état; mais pendant les trois années de service le foyer à feu a subi de nombreuses et importantes réparations résumées dans le tableau ci-après » et indiquées sur les *fig.* 5 à 12 de la Pl. XIV.

Machine 0,200, *foyer en acier, construite à Épernay en* 1858, *livrée le* 29 *décembre* 1858, *mise en service, à Épernay, le* 4 *janvier* 1859. — *Historique.*

DÉPÔTS.	ENTRÉE EN SERVICE EN SORTIE.	Parcours.	RÉPARATIONS.	Observations.
		kil.		
Épernay. .	1° Mise en service neuve le 4 janvier 1859 : du 4 janv. au 11 mars.	5.736	11 mars 1859. Epernay. Remplacé des tubes en fer par des tubes en laiton.	
	2° Rentrée le 23 avril. En service du 23 avril au 23 septembre. . .	16.298	23 septembre 1859. Épernay. Mater les angles dans l'intérieur du foyer, réparer les cassures à la porte, changer les viroles.	
Nancy. . .	1° En service du 8 novembre 1859 au 6 octobre. . . . . 2° En service du 24 décembre 1859 au 23 janvier 1860	5.394	6 décembre 1859. Épernay. Réparé le foyer par une pièce en fer sur le flanc droit, au bas. — 23 janvier 1860, remplacé la pièce susdite (*fig.* 6 et 9).	(1)
LaVillette.	Entrée le 18 février 1860. En service du 18 février au 21 décembre 1860	21.181	La Villette : 14 mars 1860. Mater la même pièce. 27 mars 1860. Remplacé plusieurs entretoises. 6 juin 1860. Mater la même pièce. 23 juin. *Id.* 26 juin. *Id.* 4 août. *Id.* 21 décembre 1860. Réparé le foyer avec 4 pièces en fer, dont 2 à la porte (*fig.* 7), une au flanc droit et une à l'angle de gauche, à l'avant. — Au 21 décembre 1860, cette pièce n'avait que la moitié de la longueur représentée *fig.* 8.	(2)
Montigny.	1° En service du 19 février 1861 au 11 novembre 1861	21.122	11 novembre 1861. Épernay. Le foyer étant en fort mauvais état, on a essayé encore une fois de le réparer en rallongeant la pièce d'angle ci-dessus ; en plaçant une pièce à la plaque tubulaire (*fig.* 8), et en plaçant une pièce à la plaque d'arrière, côté gauche.	
	2° En service pendant un jour, 19 décembre 1861.	31	Après un jour de service, 19 décembre 1861, cette machine est rentrée de nouveau en réparation et l'on a remplacé son foyer en acier par un foyer en cuivre.	(3)
	Parcours total jusqu'au changement du foyer.	69.762		

(1) A Nancy, en deux mois de service, on a remplacé 40 viroles dans le foyer. Matage continuel d'entretoises ; cassures de la porte du foyer.

(2) En cinq mois et demi, il a été fait sept réparations au foyer. Pendant la durée de son service dans le dépôt de la Villette, on a fait de nombreux matages d'entretoises et de cornières.

(3) Même observation pendant le service au dépôt de Montigny, relativement au matage dans le foyer.

La faible épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes, 17 millimètres au lieu de 25, qu'ont ordinairement les plaques de cuivre dans leur partie renforcée, présentait trop peu de surface pour faire un bon joint; les viroles ne tenaient pas. Après trois mois de service on a dû remplacer les tubes primitifs en fer par des tubes en laiton; malgré cela il a fallu changer souvent les viroles.

Les plaques d'acier fondu employées étaient d'une nature trop aigre et n'offraient pas assez de ductilité; aussi des fissures se sont-elles manifestées, d'abord dans les angles de foyer et ensuite sur les bords des trous des entretoises. Des pièces en fer ont été rapportées sur ces cassures avec le plus grand soin, mais après un certain temps, par l'effet des contractions, les rivets prenaient du jeu, des fuites de vapeur se déclaraient et l'on ne parvenait à les boucher que par de fréquents matages.

La dernière réparation faite en décembre 1861 avec la plus grande précaution n'ayant pu empêcher les fuites, la compagnie s'est décidée à ôter le foyer en acier.

On pourrait certainement avec des plaques d'acier fondu très-malléable, tel que l'acier Krupp, établir de bons foyers en acier en renforçant la plaque tubulaire dans l'emplacement des tubes; mais aujourd'hui que les compagnies se procurent facilement de bons cuivres, il y a peu d'intérêt à employer un autre métal, attendu que la différence des prix d'achat de la matière est peu considérable, que la main-d'œuvre est la même pour l'un ou pour l'autre métal, et que le cuivre, après usure, conserve une valeur intrinsèque à peu près égale aux 2/3 du prix d'acquisition, tandis que la valeur du vieil acier est à peu près nulle.

2° *Essai du chemin de fer de Paris à la Méditerranée.*

« En service depuis trois ans, ce foyer a fourni aujourd'hui un parcours de 100.000 kilomètres environ. Il se trouve en bon état de conservation, nulle crique ne s'est déclarée, mais je dois dire aussi que ce foyer a toujours été entre les mains du même mécanicien et qu'à chaque rentrée au dépôt on ne retire pas entièrement le feu afin de le laisser refroidir lentement. »

« Cette précaution, si réellement elle est nécessaire, serait gênante pour un grand nombre de machines, et l'on ne pourrait d'ailleurs l'obtenir de tous les mécaniciens. »

On voit que le premier essai a échoué, tandis que le second a réussi. Dans celui-ci il est vrai, on s'est assujetti à des précautions que la prudence conseillait, mais qui étaient peut-être superflues. La différence des résultats s'explique, sinon uniquement, au moins en grande partie, par les conditions défavorables dans lesquelles a été fait l'essai du chemin de l'Est, c'est-à-dire surtout par l'aigreur de la tôle et aussi par l'épaisseur trop faible de la plaque tubulaire qui était de 17 millimètres seulement, tandis qu'on lui avait donné 20 millimètres dans le foyer de la machine de Lyon. Quant à la plaque de porte et à l'enveloppe (ciel et faces latérales), elles avaient, dans les deux cas, la même épaisseur, 12 millimètres.

La première conclusion à tirer de ces faits est d'accord avec celle qui a été formulée dans le rapport de la commission spéciale (*) et consacrée par la décision ministérielle du 26 juillet 1861. Tant qu'une fabrication n'est pas sûre d'elle-même, qu'elle tâtonne, qu'elle donne des produits capricieux, il est impossible de les accepter, dans des conditions privilégiées, sans avoir constaté par des essais, qu'ils justifient ce régime d'exception. Ici, la mesure de la résistance à la rupture et celle de l'allongement correspondant sont également nécessaires; on voit en effet qu'avec une tôle assez douce les foyers peuvent faire un très-bon service : témoin celui de la locomotive de la Méditerranée. En admettant même l'égalité des épaisseurs pour la tôle d'acier et pour la tôle de cuivre, l'économie qui ressortirait en faveur de la première ne serait pas à dédaigner pourvu, — ce qui ne paraît pas douteux, — qu'elle fasse un service aussi prolongé que la seconde.

Mais l'application aux parois cylindriques reste incontes-

(*) Rapport au ministre sur l'application de la tôle d'acier fondu à la construction des chaudières à vapeur, par MM. Combes, Lorieux et Couche. (*Annales des mines* et *Annales des ponts et chaussées de* 1861).

tablement la plus importante. Les compagnies d'Orléans et du Midi l'ont compris; elles ont adopté l'acier fondu pour les corps de chaudières dans les locomotives à huit roues couplées et à tender indépendant qu'elles font construire chez MM. Cail et Cie, et que la seconde substitue aux machines Engerth à six roues adhérentes (*).

Ces chaudières, construites avec le soin qui distingue les produits de ces vastes ateliers, et spécialement la grosse chaudronnerie, présentent une innovation qu'il est utile de signaler.

Jusqu'à présent on persiste, en France, à placer longitudinalement les armatures auxquelles le ciel du foyer est suspendu. Malgré l'inconvénient de reporter toute la charge sur les plaques de porte et tubulaire, cette disposition était admissible tant qu'il s'agissait de machines de puissance médiocre. Mais lorsque leurs dimensions, et surtout celles des foyers, se sont accrues, cet accroissement a porté surtout sur la longueur, la largeur étant nécessairement limitée par l'écartement des roues, à moins, ce qui est rare, que le foyer ne leur soit entièrement extérieur. On a donc, en persistant dans les mêmes errements, reporté sur des faces d'une largeur à peu près constante des charges qui croissaient d'autant plus que l'élévation de la pression de la vapeur marchait de front avec l'augmentation de longueur des foyers. On ne pouvait guère invoquer cependant, en faveur de cette disposition des armatures qu'une considération secondaire, et qui d'ailleurs n'existe plus aujourd'hui : la pose plus facile des longs tirants qui reliaient, à la partie supérieure, les plaques des bouts de la chaudière.

Il y a plusieurs années déjà que les constructeurs américains, renonçant à ce mode défectueux, dangereux même,

(*) Ces machines ont $209^{m^2},5$ de surface de chauffe ; elles pèsent, vides, $37^t,5$.

placent les armatures transversalement ; elles s'appuient ainsi sur les faces latérales, plus larges et plus solidement constituées.

La maison Cail a fait un pas de plus ; elle prolonge les armatures transversales, qui viennent s'appuyer, non plus sur les faces latérales du foyer, mais sur des cornières solidement rivées aux parois de la boîte extérieure en tôle. Ces parois reçoivent ainsi immédiatement, du lieu de le recevoir par l'intermédiaire du foyer, l'effort qui en définitive leur est toujours appliqué. Les faces verticales au foyer, et le cadre inférieur d'assemblage sont soustraits à l'énorme pression qui est reportée sur eux dans les chaudières de construction ordinaire.

La plupart des explosions survenues dans ces dernières années ont été causées par l'affaissement d'une des faces du foyer sous cette énorme charge, affaissement inévitable si quelques entretoises viennent à céder. Nul doute que la disposition adoptée en Amérique, et surtout l'ingénieuse modification introduite par la maison Cail, n'aient pour effet de rendre ces accidents beaucoup plus rares.

EXTRAITS DE GÉOLOGIE

POUR L'ANNÉE 1861 (1).

Par MM. DELESSE et LAUGEL, ingénieurs des mines.

Les *Extraits de géologie* pour l'année 1861 sont destinés à donner un aperçu des principaux travaux qui ont été publiés sur cette science. Nous nous occuperons particulièrement des ouvrages étrangers; quant aux ouvrages français, ils ont généralement été mentionnés d'une manière très-sommaire; ceux qui se trouvent dans les *Annales des mines* ont même été passés sous silence.

Le classement méthodique de ces travaux présente d'assez grandes difficultés, car ils n'ont aucun lien entre eux; de plus, tandis qu'ils sont très-nombreux dans certaines branches de la géologie, dans d'autres ils sont au contraire très-rares, ou bien même ils manquent complétement. Enfin l'ordre qui permet d'en rendre compte de la manière la plus simple n'est pas toujours le plus naturel ni celui qu'il conviendrait d'adopter dans un traité de géologie.

(1) Dans le but de simplifier les notes, les ouvrages périodiques fréquemment cités sont indiqués par des abréviations conformes au tableau suivant. En outre, le numéro de série du volume est mis entre parenthèses ( ); celui du volume lui-même est en chiffres romains et le numéro de la page en chiffres ordinaires.

Ann. d. mines. . . = *Annales des mines* rédigées par les ingénieurs des mines. — Paris.
Bull. géol. . . . . . = *Bulletin de la Société géologique de France.* — Paris.
Comp. rend. . . . . = *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, rédigés par MM. les secrétaires perpétuels. — Paris.
Instit. . . . . = *L'Institut*, section des sciences mathématiques, physiques et naturelles; dirigé par M. Arnoult. — Paris.
Jahresb. v. Kopp. . = *Jahresbericht über die Forschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie*, von Hermann Kopp und Heinrich Will. — Giessen.
Berg. Hütten. Zeit. = *Berg-und hüttenmännische Zeitung mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geologie;* rédaction K. R. Bornemann und Bruno Kerl.
Geolog. Society. . . = *The Quarterly Journal of the geological Society.*—London.
Americ. J. . . . . . = *The American Journal of science and arts*, conducted by Silliman Junior and Dana. — Newhaven.

Les *Extraits de géologie* pour l'année 1861 se composeront de trois parties :

I. Préliminaires.
II. Roches.
III. Terrains.

M. Delesse a traité la première partie ainsi que la deuxième qui comprend les roches; M. Laugel, la troisième ou les terrains.

L'Exposition universelle de Londres montrait beaucoup de collections et de cartes géologiques offrant un très-grand intérêt; les principaux résultats qu'elles mettaient en évidence ont été résumés d'après des notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

PREMIÈRE PARTIE.

La première partie embrasse les préliminaires et les généralités de la géologie; les divers systèmes employés pour exécuter des cartes géologiques, hydrologiques, agronomiques; les agents et les phénomènes actuels; l'orographie et les systèmes de montagnes.

PRÉLIMINAIRES.

Ouvrages de géologie.

Nous signalerons d'abord quelques ouvrages périodiques qui rendent compte annuellement des travaux de géologie: *Neues Jahrbuch* de MM. Leonhard et Bronn; *Jahresbericht* de MM. Hermann Kopp et H. Will; *Mineralogische Untersuchungen* de M. Kenngott; *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France*, par M. Cotteau.

M. C. F. Naumann (1), le savant professeur de Leipzig, a publié le 2e volume de son *Traité de géologie*. Dans ce volume, il passe successivement en revue la série des terrains. Partant du gneiss et des schistes cristallins, il s'élève jusqu'au terrain crétacé. Les roches éruptives sont d'ailleurs décrites avec chacun des terrains dans lesquels elles sont intercalées. Cet ouvrage de M. Naumann, qui est si bien au courant des progrès réalisés par la science dans ces dernières années, a reçu de grands développements qu'on ne trouve pas dans la première édition; aussi l'auteur s'est-il décidé

---

(1) *Lehrbuch der Geognosie*, von Dr Carl Friederich Naumann; 2e vol.

à l'augmenter d'un 3ᵉ volume dans lequel il s'occupera avec détail des terrains tertiaires et quaternaires.

Parmi les ouvrages généraux de géologie, nous mentionnerons celui de M. A. Vezian (1), dont la première livraison a seule paru jusqu'à présent. Dans son introduction l'auteur trace à grands traits l'histoire des progrès de la géologie. A la doctrine des causes violentes, qui avait d'abord compté le plus d'adhérents, et qui remontant à une haute antiquité s'est personnifiée de nos jours dans Cuvier, il oppose la doctrine des causes actuelles défendue en Angleterre par Sir Charles Lyell et soutenue naguère en France par M. Constant Prévost. Les études de M. Élie de Beaumont sur les systèmes de montagnes, en démon trant l'existence d'un grand nombre de révolutions qui ont bouleversé l'écorce terrestre, établissent une sorte de lien entre ces doctrines en apparence si opposées. La doctrine qui tend maintenant à prévaloir est celle que l'on peut appeler éclectique; elle n'accorde la prééminence, ni aux causes violentes, ni aux causes actuelles et elle s'appuie au besoin sur chacune d'elles. Du reste, elle ne les envisage pas comme essentiellement distinctes, et une multitude de faits en montrent le lien naturel. Ainsi les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques nous prouvent que les phénomènes actuels comprennent aussi des causes violentes, d'une action variable et instantanée. Remarquons cependant que rien parmi les phénomènes desquels l'homme a été le témoin ne peut être comparé aux actions puissantes qui ont modelé les continents et les chaînes de montagnes, qui, sur d'immenses étendues, ont plissé et renversé des séries entières de terrains. Bien que ne variant pas dans leur essence, les forces naturelles produisent donc des effets qui sont entièrement différents.

M. E. Dupont (2) a publié des tableaux géologiques résumant la composition des terrains qui forment l'écorce terrestre. Les subdivisions de chaque terrain sont données en suivant l'ordre de superposition. Les principaux fossiles caractéristiques des divers terrains sont également énumérés, ainsi que les roches éruptives qui les traversent. M. E. Dupont fait surtout connaître avec détail, pour la France, le gisement des matières qui sont utilement exploitables, telles que les marbres, les chaux hydrauliques, les ciments, les gypses, le sel gemme, les ardoises, les pierres à aiguiser, les combustibles, les schistes bitumineux, les schistes aluminifères,

(1) *Prodrome de Géologie*. Introduction. Livre I.

(2) *Tableaux géologiques des terrains*. — Paris, Baillère, 1859

les pierres lithographiques, les marnes, les terres à foulon, les argiles réfractaires et les chaux phosphatées susceptibles d'être employées en agriculture.

Les minerais métalliques de chaque terrain sont aussi spécialement mentionnés pour la France, et les tableaux de M. Dupont indiquent s'ils se trouvent en couches ou en filons.

M. de Villanova (1) a écrit en langue espagnole un manuel de géologie appliqué à l'agriculture et aux arts industriels. La première partie de l'ouvrage est consacrée à la géographie physique et orographique, à l'origine du globe, à l'étude détaillée des causes actuelles; elle comprend de plus la géognosie avec la classification des roches et des terrains; elle est précédée d'un vocabulaire de 1.500 mots scientifiques employés dans l'ouvrage.

La seconde partie traite de la paléontologie et de ses rapports avec l'étude des terrains stratifiés, puis des applications de la géologie à l'industrie et à l'agriculture. Cet ouvrage se termine par des considérations géogéniques sur l'histoire de la terre.

M. Nerée Boubée (2) a continué la publication de son cours de géologie agricole qui figurait à l'Exposition universelle de Londres avec une collection méthodique d'échantillons. La troisième partie de cet ouvrage qui devait être spécialement consacrée à l'étude des terres végétales se trouve interrompue par la mort de l'auteur.

Parmi les ouvrages généraux pouvant être utilement consultés par les géologues, nous signalerons encore les traités de minéralogie de M. Delafosse (3) et de M. Des Cloizeaux (4), les suppléments à la minéralogie de Dana publiés par M. Brush, ainsi que la docimasie de M. Rivot (5).

Il faut y joindre les leçons de chimie appliquées à l'agriculture de M. F. Malaguti (6). Plusieurs chapitres de cet ouvrage se rattachent à la fois à la géologie et à l'agriculture; nous indiquerons particulièrement ceux dans lesquels M. Malaguti étudie le rôle de l'air atmosphérique et de l'eau dans la végétation, la nature et les propriétés physiques de la terre végétale, les caractères, le

(1) *Manual*, etc., 2 vol. in-8 avec vignettes intercalées dans le texte et un atlas de 52 planches. — Madrid.

(2) *Cours de géologie agricole théorique et pratique.*

(3) *Nouveau cours de minéralogie contenant la description de toutes les espèces minérales avec leurs applications directes aux arts.*

(4) *Traité de minéralogie.*

(5) *Traité de l'analyse des substances minérales, à l'usage des ingénieurs des mines et des directeurs d'usines.*

(6) *Chimie appliquée à l'agriculture*; précis des leçons professées depuis 1852 jusqu'à 1861. — Paris, Dezobry.

gisement et le mode d'action des guanos, l'emploi des nodules de chaux phosphatée, la composition des cendres fournies par des plantes de même espèce qui se sont développées sur des sols différents, la répartition des principes minéraux dans les diverses familles de plantes, les sols qu'il convient de chauler et ceux sur lesquels il faut répandre de la marne, de la tangue, des faluns ou du sablon calcaire. Bien que spécialement destiné aux cultivateurs, cet ouvrage sera très-utilement consulté par les personnes qui ont entrepris l'exécution de cartes agronomiques et par toutes celles qui s'occupent des relations existant entre la constitution minéralogique du sol et l'agriculture.

DIVERS SYSTÈMES DE CARTES.

Lorsqu'on se propose de représenter la constitution géologique d'un pays, on a recours à différents systèmes de cartes qui varient avec le but spécial qu'on se propose. Il est donc utile de faire connaître parmi les systèmes adoptés quels sont ceux qui se distinguent par leur nouveauté ou par quelque perfectionnement. Comme les cartes et les reliefs topographiques sont la base de tout travail géologique, il convient également de signaler les principaux progrès qui ont été apportés à leur exécution. Enfin nous devons nous occuper aussi de cartes qui se rattachent d'une manière intime aux études géologiques et pour lesquelles divers systèmes ont été proposés dans ces derniers temps; ce sont les cartes agronomiques et hydrologiques.

Cartes topographiques.

La représentation du relief du sol étant le point de départ des travaux géologiques, indiquons d'abord brièvement les systèmes nouveaux qui ont été essayés. A ce titre, nous mentionnerons les cartes de M. Von Egloffstein (1) qui en qualité de dessinateur faisait partie du voyage d'exploration entrepris par le lieutenant J. C. Ives sur le Colorado de l'ouest dans l'Amérique du Nord. Ces cartes ont été dressées en supposant que la contrée qu'il s'agissait de figurer était remplacée par un petit modèle en plâtre sur lequel la lumière venait tomber obliquement. Comme cette contrée est très-accidentée et coupée par des gorges profondes, on comprend que certains côtés des montagnes et des ravins se trouvent alors

(1) *Report upon the Colorado River of the West, explored* by Lt J. C. Ives — Washington, 1861.

dans l'ombre, tandis que les autres sont au contraire fortement éclairés. Les plateaux et les plaines ont d'ailleurs une teinte uniforme qui est plus pâle ou plus foncée suivant que leur élévation est plus ou moins grande. Les effets d'ombres ont été obtenus en traçant avec une machine des lignes parallèles très-fines sur une planche d'acier et en l'exposant plus ou moins longtemps à l'action de l'acide de manière à obtenir l'intensité voulue. Ce mode de représentation du relief du sol coûte à peu près moitié moins que les hachures qui sont habituellement employées en France; il permet de saisir assez bien les différences d'altitude d'une contrée; enfin il se comprend facilement, et, à première vue, il indique tous les accidents du terrain, comme si l'on avait le modèle en plâtre sous les yeux.

Quoique la forme du sol soit représentée d'une manière très-nette par des courbes horizontales, on peut la rendre plus sensible en y ajoutant des teintes qui varient avec l'altitude. Parmi les cartes de ce genre qui figuraient à l'Exposition de Londres, nous citerons diverses cartes de l'atlas physique de Berghaus, une carte de l'Œtzthal dressée par M. Ch. de Sonklar qui représente les glaciers de cette vallée avec leurs moraines, une carte des environs de Prague faite par M. Ch. Koristka. Ce système de cartes s'emploie du reste assez souvent en Suède, en Angleterre et en Allemagne.

Reliefs isopédiques.

On obtient encore de meilleurs résultats en construisant des reliefs isopédiques ou hypsométriques, comme ceux que présentaient à l'Exposition de Londres M. le chevalier Fr. de Loessi et M. Streffleur. Ces reliefs sont très-remarquables et voici de quelle manière on les exécute: on trace d'abord sur une carte ordinaire les courbes horizontales figurant la surface du sol, qui, par exemple, seront distantes d'un mètre; on prend ensuite des feuilles de carton ayant une épaisseur bien constante et égale à celle qui correspond à l'intervalle vertical de deux courbes consécutives, c'est-à-dire à 1 mètre dans l'exemple choisi; on les découpe à l'aide d'une machine et l'on suit parfaitement les contours de chacune des courbes horizontales. Ensuite ces feuilles de carton sont collées sur le plan et superposées dans l'ordre et dans la position qu'elles doivent avoir. La surface du sol est alors donnée avec une grande exactitude et de plus l'œil saisit facilement tous les accidents qu'elle présente. Afin de rendre ces accidents encore plus sensibles, on peut d'ailleurs, comme pour les cartes ordinaires, tracer les di-

verses courbes horizontales et même teinter les reliefs isopédiques avec des couleurs qui varient avec l'altitude. On peut aussi augmenter l'échelle des hauteurs. Divers plans exécutés d'après le système qu'on vient de décrire donnaient d'une manière très-nette les villes de Prague et de Vienne.

Maintenant il est facile de comprendre que les reliefs isopédiques permettent de représenter indifféremment la surface du sol ou bien le fond de la mer. Plusieurs de ces reliefs figuraient le Pas-de-Calais, les détroits de Gibraltar et de Bonifacio. Sur l'un d'eux, par exemple, on voyait très-clairement que la Sicile est la partie supérieure et émergée d'un grand plateau sous-marin qui se relie d'une part à l'Italie et d'autre part à la côte de Tunis. Enfin ces reliefs isopédiques de M. le chevalier Fr. de Loessl n'atteignent pas un prix trop élevé, en sorte qu'ils sont employés en Autriche pour étudier le tracé des chemins de fer.

Nous ajouterons d'ailleurs qu'en France, M. Bardin, bien connu par ses travaux sur la topographie, a fait de son côté des plans en relief qui sont construits d'après le même système.

Cartes agricoles.

Les cartes topographiques, notamment celles de France qui sont dressées par l'État-Major, font habituellement connaître les différentes cultures permanentes ou celles qui ne varient pas annuellement. Sous ce rapport, ce sont donc des cartes que l'on peut déjà appeler agricoles.

Mais les cultures sont encore indiquées plus facilement par des teintes, et parmi les cartes de ce genre qui figuraient à l'Exposition universelle, nous mentionnerons une carte manuscrite de l'île de Ceylan. Cette carte a été dressée par M. le capitaine du génie Ch. Sun (1). Elle distingue les régions dans lesquelles on cultive : 1° la noix de coco, 2° le café, 3° la cannelle, 4° le riz. Chacune d'elles y est figurée par une teinte spéciale.

Cartes agronomiques.

Dans les cartes que nous appellerons agronomiques, on tient compte, non-seulement des cultures, mais encore de la composition minéralogique et chimique de la terre végétale. Quelquefois même, indépendamment du sol, ces cartes représentent aussi le sous-sol. Nous allons en faire connaître plusieurs.

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Annales des ponts et chaussées*, 1859; 264.

DÉPARTEMENT DU LOT. — Des études sur la géologie agricole du département du Lot ont été publiées par M. T. de Sainte-Claire. Esquissant d'abord la constitution géologique de ce département, M. T. de Sainte-Claire décrit sa topographie et sa climatologie, puis il s'occupe de son agriculture.

La terre végétale du département du Lot est divisée en huit catégories, qui, d'après l'auteur, correspondraient à peu près aux divisions géologiques du sous-sol. La première couvre la région granitique dont le sous-sol est imperméable; la deuxième, le trias; la troisième, le lias. Cette dernière est argilocalcaire, forte, souvent difficile à cultiver; mais très-féconde, à verdure très-vivace, et par sa fertilité elle forme un contraste frappant avec les autres. La quatrième catégorie comprend l'étage oolitique inférieur. La cinquième, les deux autres étages oolitiques; les bois y sont rabougris, tandis que la vigne y donne des produits estimés; les pierres calcaires y sont très-abondantes et gênent la culture. La sixième catégorie qui est superposée à la formation crétacée, est formée de terres presque aussi maigres et sableuses que dans la région granitique; le marronnier et le châtaignier y prospèrent. La septième catégorie, celle du dépôt tertiaire miocène, est très-variable. La huitième, celle des alluvions, occupe toutes les vallées; comme d'habitude, elle est la plus féconde, très-fraîche et propre à la culture des prés naturels, des céréales, des plantes épuisantes.

Les terres végétales qui occupent la plus grande partie du département du Lot sont celles qui recouvrent les terrains jurassiques. Leur composition moyenne est donnée d'après des analyses qui ont été faites au laboratoire de M. Hervé-Mangon à l'École des Ponts et Chaussées:

Silice presque toute à l'état de sables ou de graviers..	66
Peroxyde de fer.	15 à 20
Argile.	6
Carbonate de chaux.	0 à 10

Les débris des roches de l'Auvergne sont très-fréquents dans ces terres végétales qui ont pour caractère principal d'être légères et ferrugineuses.

M. T. de Sainte-Claire complète cette étude agronomique du département du Lot en indiquant dans un tableau statistique la proportion des différentes cultures, terres labourables, prés, vignes, bois, landes, jardins qui sont réparties sur chaque catégorie de terre végétale. Il signale ensuite les améliorations importantes qu'un ensemble de travaux hydrauliques permettrait de réaliser.

HOLLANDE. — La carte géologique de la Hollande qui est publiée par M. Staring (1) est en même temps une carte agronomique. Tandis que les terrains sont représentés par des teintes plates, les cultures sont indiquées par des hachures et par des signes conventionnels. L'auteur entre même à cet égard dans des détails très-circonstanciés. Ainsi les principales divisions agricoles de sa carte comprennent : les terres en friche, les bois, les pépinières, les prés, les terres labourables, les cultures sur sable et celles sur argile, les cultures maraîchères et les jardins. Les divers assolements sont aussi indiqués. Les divisions géologiques qui, pour l'auteur, coïncident avec celles de la terre végétale, sont d'ailleurs les suivantes :

1° Époque moderne.

a Alluvions modernes et tourbes situées au niveau de la mer; lacs desséchés.
b Terres ligniteuses.
c Alluvions marines; sables et dunes.
d Argile déposée par la mer.
e Alluvions fluviatiles; terres argileuses du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut qui sont bordées par les digues.
f Alluvions graveleuses des cours d'eau.
g Sables mouvants.

2° Époque diluvienne.

a Terres graveleuses.
b Argile du Limbourg recouvrant les plateaux.
c Diluvium formé de sable, d'argile, de gravier, de cailloux et de blocs venus principalement de la Scandinavie.

Comme dans la Hollande le sol est essentiellement formé par les alluvions et par le terrain de transport, comme de plus les divisions de sa carte géologique ont été très-multipliées, on conçoit que cette carte puisse donner en même temps la composition minéralogique de la terre végétale et que, par suite, elle soit par cela même une carte agronomique. C'est encore ce qui aurait lieu si la terre végétale provenait de la décomposition ou plutôt de la désagrégation sur place de la roche sous-jacente. Mais il importe de bien observer que cette concordance entre la composition minéralogique du sol et du sous-sol est en définitive exceptionnelle et que le plus souvent la terre végétale constitue elle-même un véritable terrain.

SUÈDE. — L'Exposition de la Suède montrait une carte manuscrite et sans nom d'auteur, qui était à la fois hydrographique, géognos-

---

(1) *School Kaart voor de Natuur Kunde en Volksvlijt, von Nederland.* 1860.

tique et agronomique (1). Cette carte comprend seulement la paroisse de Langbroe. Elle représente d'abord la surface du sol par des courbes horizontales; en outre, tenant compte des différences minéralogiques qui existent entre le sol formant la terre végétale et le sous-sol, elle a cherché à les indiquer l'un et l'autre. Le sous-sol a été considéré à la profondeur de 1m,60 environ. Maintenant les divisions établies pour le sol et pour le sous-sol, sont basées sur leurs caractères minéralogiques dans le périmètre embrassé par la carte; elles sont d'ailleurs à très-peu près les mêmes et elles comprennent pour chacun d'eux :

Sable et gravier;
Sable mêlé d'argile;
Argile mêlée de sable;
Loam;
Argile tenace.

Le sous-sol est figuré par des teintes plates. Quant au sol superficiel, il est indiqué seulement par ses limites et ces dernières sont bordées par une teinte qui est de même couleur que pour le sous-sol, mais plus foncée. Enfin les cultures sont représentées à la fois par des couleurs et par des signes conventionnels.

Le mode de représentation adopté pour cette carte agronomique est assez compliqué; toutefois il a l'avantage de donner à la fois le sol et le sous-sol; il montre bien du reste que les limites de l'un sont, jusqu'à un certain point, indépendantes de celles de l'autre.

RUSSIE. — Le Ministre des Domaines et de l'Agriculture de l'Empire Russe a fait dresser une carte agronomique qui comprend toute la Russie d'Europe. Ce travail remarquable a été exécuté sous la direction de M. Vessélovski (2), et, malgré les difficultés qu'il présentait, il a été publié dès l'année 1851. Il indique, pour la Russie, les différentes natures de sol, le climat, ainsi que les limites de la culture pour certaines plantes.

A. — Le sol qui constitue la terre végétale de la Russie est réparti sous huit grandes divisions que nous allons énumérer rapidement :

1. La *terre noire* ou *tchernozeme* doit être citée la première, tant à cause de son importance que de sa grande fertilité. Elle forme une large zone inclinée N.-E., qui est comprise d'une part entre le 51e et le 57e degré de longitude, d'autre part entre le 47e et le 54e degré de latitude. Elle n'occupe pas moins de 95 millions d'hectares, et on la retrouve jusqu'en Hongrie. Sa fertilité est assez grande pour que

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Atlas économies*. Statistique de la Russie d'Europe, publiée par le Ministère des domaines. 3e édition. — Saint-Pétersbourg, 1857.

dans certaines régions, et notamment dans la Nouvelle-Russie, on puisse se dispenser de la fumer; cependant le plus habituellement elle est fumée comme les autres terres, ou tout au moins la laisse-t-on en jachère.

2. Le *sol argileux* présente des taches isolées et irrégulières dans le reste de la Russie.

3. Le *sol sablonneux*, qui est mouvant, se rencontre accidentellement le long des rivières, mais il couvre d'assez grandes surfaces vers les steppes ainsi que dans la région de la mer Caspienne, et alors il est peu propre à la culture.

4. Le *sol argilo-sablonneux* est composé d'argile et de sable mélangés en diverses proportions; c'est la terre végétale la plus habituelle de la Russie.

5. Le *sol limoneux* se montre par petits îlots; il occupe cependant de grandes surfaces autour de la mer Blanche, et surtout au nord de l'Oural, sur la droite de la Petchora.

6. Le *sol imprégné de sel marin* est très-peu favorable à la culture. C'est lui qui forme les steppes du sud-est de la Russie, lesquelles s'étendent au nord de la mer Caspienne, entre le Volga et l'Oural.

7. Le *sol marécageux* et les *toundres* couvrent des étendues immenses, incomparablement plus considérables que dans d'autres pays, ce qu'il est facile d'expliquer par le climat de la Russie. Bien qu'on trouve des marais dans presque toutes les parties de l'Empire, il y en a surtout vers le nord; au delà du 65e degré de latitude le sol est même presque entièrement formé par les toundres, en sorte qu'il devient absolument impropre à la culture.

8. Le *sol pierreux* est indiqué dans la partie montagneuse de la Russie, sur la crête de l'Oural et dans les vallées qui l'avoisinent; le long des rivages et des falaises maritimes, notamment au sud de la Crimée; à Revel dans la Baltique; mais particulièrement sur les bords de l'océan Arctique et à l'ouest de la mer Blanche. Dans l'intérieur de la Russie et en dehors des points qui viennent d'être signalés, il est assez rare de rencontrer un sol pierreux; c'est, du reste, une circonstance heureuse, puisque ce sol est impropre à la culture.

B. — Dans un pays d'une vaste étendue comme la Russie, la température varie nécessairement d'une manière très-notable, et, comme elle exerce une grande influence sur la végétation, il est utile de tracer les courbes qui la représentent. Aussi la carte agronomique de la Russie est-elle en même temps climatologique, car elle donne à la fois les courbes isothermes, isothères et isochimènes; elle indique, d'après les observations publiées par

M. A. Kupffer, la température moyenne pour l'année, pour les trois mois d'été (juin, juillet, août) et pour les trois mois d'hiver (décembre, janvier, février). Comme on l'a constaté depuis longtemps, la température moyenne annuelle baisse en Russie, lorsque restant à la même latitude on s'avance vers l'Orient. La température moyenne des hivers devient aussi plus basse, tandis que c'est l'inverse pour celle des étés.

G.—Enfin il était encore utile de figurer sur la carte agronomique de la Russie les limites des principales plantes agricoles. Des courbes particulières indiquent ces limites pour le maïs, pour la vigne, pour les melons et les pastèques, pour le blé, pour le seigle et pour l'orge; la courbe de l'orge représente d'ailleurs la limite septentrionale de l'agriculture.

Nous ajouterons maintenant que les données de cette carte agronomique de la Russie sont complétées par neuf autres cartes spéciales qui résument d'une manière très-nette tout ce qui concerne la culture, la statistique ainsi que le commerce des grains ou des bestiaux. Comme elles s'adressent plus particulièrement aux agriculteurs et aux économistes, nous devons nous borner à les mentionner.

Nous terminerons par une observation qui s'applique à la plupart des cartes agronomiques publiées jusqu'à présent. Les terres végétales ont une composition minéralogique complexe qui ne se laisse pas toujours définir de prime abord; de plus elles diffèrent plutôt par la proportion que par la nature de leurs éléments; enfin, leur composition varie souvent d'une manière continue; il est donc facile de comprendre que les diverses terres végétales ne soient guère susceptibles d'être représentées avec exactitude par des teintes distinctes ainsi qu'on le fait habituellement. C'est seulement lorsqu'on considère une vaste étendue comme celle de l'Empire Russe ou lorsqu'on se borne à quelques types extrêmes, que ce mode de représentation peut être adopté.

Cartes géologiques.

Mode d'exécution de celle d'Italie. — La carte géologique d'un grand pays exige toujours des dépenses considérables, et par suite l'intervention du gouvernement devient nécessaire à son exécution. Dans un rapport adressé au Ministre de l'agriculture, M. Quintino Sella (1) s'est proposé d'établir les bases d'après lesquelles

(1) *Sul modo di fare la carta geologica del Regno d'Italia; relazione del Commendatore* Quintino Sella. 8 octobre 1861.

la carte géologique du royaume d'Italie pourrait être faite. Après avoir étudié avec soin les systèmes qui ont été adoptés en France, en Angleterre, en Autriche et dans quelques autres pays, M. Q. Sella propose de confier l'exécution de la carte géologique du royaume d'Italie au corps royal des ingénieurs des mines sous la direction du conseil des mines. Afin que cette carte puisse recevoir des détails suffisants, l'échelle adoptée est de 1 : 50.000. Pour certains districts importants, elle serait même de 1 : 10.000. Quant au personnel chargé de l'exécution de la carte, il est en grande partie modelé sur celui du Geological Survey en Angleterre.

Cartes hydrographiques et géologiques.

M. R. W. Mylne (1) avait envoyé à l'Exposition de Londres une carte qui est à la fois hydrographique et géologique, et qui représente une partie du nord-est de l'Europe. Le fond de la mer y est figuré par des courbes horizontales qui sont tracées de 10 en 10 fathoms (2). Afin de mieux distinguer les zones d'égale profondeur, M. R. W. Mylne a suivi le système employé déjà pour certaines cartes suédoises ou allemandes, et il a colorié par des teintes différentes les intervalles compris entre les courbes. Celles de 10 et de 20 fathoms, qui sont les plus rapprochées du rivage, sont rendues plus visibles au moyen de couleurs bien tranchées; celles qui se trouvent à une profondeur plus grande conservent la même couleur, dont la teinte est de plus en plus foncée à mesure que la profondeur augmente. De cette manière le relief du fond de la mer devient bien sensible à l'œil; on voit de suite sur la carte que, très-petite dans la mer d'Allemagne, la profondeur augmente brusquement vers la pointe sud de la Norwége. Dans l'impression des cartes par la lithochromie, il est toutefois difficile et dispendieux de représenter des teintes dégradées; aussi, bien qu'un système analogue eût d'abord été adopté pour la carte hydrologique de Paris, de laquelle nous allons parler, il a paru préférable d'y renoncer.

Sur la partie du sol qui est émergée, la carte de M. R. Mylne est géologique; elle indique les bassins tertiaires et crétacés de l'Angleterre, du nord de la France, de la Belgique, de la Hollande, du Danemark. Elle donne surtout les bassins houillers. Par cela même qu'elle représente le relief du fond de la mer, elle permet d'ailleurs de mieux apprécier les relations qui existaient entre ces bassins, question très-intéressante au point de vue théorique ou

(1) Carte manuscrite de M. R. W. Mylne. 1862.
(2) Le fathom vaut $1^m,827$.

industriel, et sur laquelle M. Godwin Austen a déjà fait des recherches.

Cartes hydrologiques et géologiques.

On a généralement donné le nom de cartes hydrographiques à celles qui font connaître les eaux superficielles. Parmi ces cartes nous citerons en première ligne celles qui représentent les contours de la mer et des fleuves et qui sont employées par les marins; elles donnent non-seulement la forme des nappes d'eau superficielles, mais encore leurs cotes de profondeur et souvent aussi la nature de la roche qui constitue le fond la mer. On appelle également cartes hydrographiques, celles qui représentant les cours d'eau d'un pays, font en même temps connaître le relief du terrain par des courbes horizontales équidistantes. A l'aide de ces courbes il devient, en effet, très-facile d'apprécier le mode d'écoulement des eaux superficielles et de toutes les eaux météoriques tombées à la surface du sol qui ne pénètrent pas dans son intérieur.

Mais il existe des nappes souterraines à l'intérieur du sol, et l'on peut chercher à les représenter par des cartes spéciales donnant en même temps les nappes superficielles; elles réunissent alors tout ce qui concerne les eaux, et nous les appellerons cartes hydrologiques. En outre, elles peuvent aussi être géologiques. C'est une pareille carte, à la fois hydrologique et géologique, que M. Delesse (1) s'est proposé d'exécuter pour la Ville de Paris.

Quelques mots suffiront pour faire connaître la méthode qui a été suivie. On a pris pour point de départ le plan de Paris publié par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées chargés du service municipal. Le grand nombre de nivellements faits dans Paris permettait de représenter fidèlement le relief du sol par des courbes horizontales; ces courbes ont été tracées par M. Letellier, d'après un ancien plan du service des ponts et chaussées, puis rectifiées à l'aide des nivellements nouveaux exécutés par le service des mines. Les opérations sur le terrains que nécessitait l'établissement de la carte ont été faites par MM. Babinski, Firecki et Godefroy, employés du service des carrières.

Il fallait d'abord déterminer, à la même époque, le niveau de l'eau dans un grand nombre de puits de Paris. On prenait pour cela la

(1) *Bull. géol.* (2e s.), XIX, 19. — Carte hydrologique de la ville de Paris, exécutée d'après les ordres de M. le baron Haussmann, sénateur, préfet de la Seine; deux feuilles grand monde, imprimée en lithocromie. — Paris, Savy.

cote de la margelle du puits, après quoi l'on mesurait avec un cordeau la distance de la margelle au niveau de l'eau. De cette manière on avait la cote de l'eau dans le puits. On relevait d'ailleurs en même temps la cote de l'eau dans la Seine. Cela posé, le sous-sol de Paris étant complétement connu par une étude géologique souterraine, qui avait été faite séparément, on pouvait savoir quel était le terrain dans lequel la nappe d'eau venait affleurer. Tantôt cette nappe est en communication immédiate avec la Seine, auquel cas elle porte le nom de nappe d'infiltration; tantôt elle est indépendante, et alors elle repose sur une couche imperméable qui donne lieu à une nappe souterraine spéciale. Des teintes particulières servent à distinguer la nappe d'infiltration et les différentes nappes souterraines. La nature géologique des terrains dans lesquels affleurent toutes ces nappes est également indiquée. Pour faire connaître entièrement les nappes souterraines, il restait à représenter leur forme; on peut y parvenir en traçant les courbes horizontales qui représentent l'intersection de leur surface supérieure par des plans équidistants. A chacune des nappes souterraines correspond d'ailleurs un système spécial de courbes horizontales.

Le mode d'écoulement des nappes superficielles est donné par les courbes qui figurent le relief du sol, tandis que celui des nappes souterraines est donné par les courbes qui figurent chaque nappe.

La carte hydrologique de la Ville de Paris donne encore les cotes de l'eau dans les divers sondages, ainsi que la nature des terrains dans lesquels ils ont pénétré. Enfin elle complète les renseignements relatifs aux eaux en faisant connaître leur qualité d'après de nombreux essais hydrotimétriques; les résultats de ces essais sont inscrits sur la carte à l'endroit où l'eau a été puisée. Une carte exécutée d'après la méthode qui vient d'être indiquée réunit donc tous les renseignements relatifs aux eaux superficielles ou souterraines. De plus elle est en même temps géologique; car elle indique la nature des terrains dans lesquels affleure chaque nappe d'eau.

Cartes géologiques souterraines.

Une carte géologique ordinaire représente habituellement les terrains qui se trouvent au-dessous de la terre végétale que l'on suppose enlevée. Le plus souvent aussi on n'y tient pas compte

(1) Carte géologique souterraine de la ville de Paris, exécutée d'après les ordres de M. le baron Haussmann, sénateur, préfet de la Seine; deux feuilles grand monde. — Paris, Savy. — *Bull. géol.* (2e s.), 1861; XIX, 12.

du terrain de transport, si ce n'est dans les vallées dans lesquelles il acquiert une grande épaisseur. Il en résulte que la carte donne les terrains existants sous la terre végétale et sous le terrain de transport. Cependant on peut se proposer de faire connaître les différents terrains qui composent le sous-sol, et chercher non-seulement à indiquer leur nature, mais encore à représenter leur forme ; il faut alors dresser ce que l'on peut appeler une *carte géologique souterraine*.

Voici la méthode qui a été suivie par M. Delesse et appliquée à l'étude du sous-sol de la Ville de Paris. Dans chaque terrain on a fait choix d'une couche spéciale qui fût facile à repérer, de telle sorte qu'il devînt facile de la reconnaître soit à la surface du sol, soit parmi les échantillons retirés d'un puits ou d'un sondage. La position de différents points de cette couche a été déterminée en prenant à l'aide d'un nivellement leur distance à un plan fixe. En multipliant convenablement le nombre des points, on a pu facilement se rendre compte de la surface présentée par la couche, et même figurer ses intersections par des plans horizontaux équidistants. Pour appliquer cette méthode à la Ville de Paris, on a dressé les coupes d'un grand nombre de fouilles et de puits. On a aussi profité des divers sondages qui ont été faits dans Paris, particulièrement par MM. Degousée et Laurent, Mulot et Dru. Quant aux opérations sur le terrain, elles ont été faites avec le concours des employés du service des carrières.

Dans la carte géologique souterraine de la Ville de Paris, M. Delesse suppose que le terrain de transport, recouvrant les autres terrains d'une sorte de manteau, ait d'abord été enlevé. Sa surface inférieure est figurée par des courbes horizontales qui sont distantes de 5 mètres. La surface de tous les autres terrains est figurée par des courbes horizontales qui sont distantes de 10 mètres. Chaque système de courbes horizontales a de plus la couleur adoptée pour le terrain correspondant. Enfin des légendes indiquent pour un grand nombre de points les cotes qui ont été déterminées directement. Il est facile de comprendre qu'une carte dressée d'après ce système indique à l'avance la nature et même la cote des divers terrains qui seraient rencontrés en pénétrant dans le sol sur un point quelconque; par conséquent elle est susceptible de nombreuses applications.

La méthode suivie pour l'exécution de la carte géologique souterraine de Paris permet d'étudier très-complétement le sous-sol; elle sera donc employée très-avantageusement pour figurer les couches de houille dans les bassins houillers ainsi que les mine-

rais dans les districts métallifères; en un mot elle pourra servir à représenter avec une grande précision le gisement de toute matière minérale utilement exploitable.

Tableaux géologiques.

Les roches qui composent les terrains, qu'elles soient stratifiées ou éruptives, sont, en définitive, assez peu nombreuses, et la plupart se reproduisent plusieurs fois dans la série. Afin de rendre cette récurrence bien évidente, il peut être avantageux d'employer toujours la même couleur pour désigner une même nature de roche. C'est ce que vient de faire M. le docteur Lorenz (1) dans ses tableaux géologiques.

Ces tableaux indiquent par des couleurs et par des signes coloriés : 1° la nature et jusqu'à un certain point la composition chimique des roches ; 2° l'abondance ou l'absence des fossiles ; 3° la structure ; 4° la pénétration et le mélange des substances étrangères : par exemple, lorsque du calcaire ou de l'argile est imprégné de bitume, d'ocre ou de carbone ; 5° l'intercalation schistoïde de substances qui sont étrangères à celle qui compose essentiellement la roche. C'est ce qui a lieu notamment lorsque de la houille, de l'argile, du sable se trouvent en veines dans des couches calcaires.

Les substances minérales qui entrent dans la composition des roches sédimentaires et le petit nombre de celles qui forment essentiellement les roches éruptives sont représentées par quatorze couleurs. Ces substances sont : le calcaire, la dolomie, le gypse, le sel marin, l'argile et le feldspath, la marne, le schiste cuivreux, le quartz, les silicates de magnésie (micas, etc.), l'ocre, le bitume, la houille, l'augite et l'hornblende.

La teinte claire de la couleur conventionnelle adoptée sert d'abord à colorier l'ensemble de la couche ; la teinte plus foncée de la même couleur est ensuite employée pour figurer des points, des traits ou les divers signes conventionnels.

Les structures distinguées sont : *a* compacte dans laquelle la teinte est plate ou bien uniforme ;

b oolitique figurée par des ronds de même couleur que le fond ;

c arénacée ou conglomérée qui est indiquée par des points de diverses grosseurs. La couleur employée pour ces signes est d'ailleurs celle de la substance minérale qui forme les grains ou les fragments ; ainsi des grains quartzeux sont figurés au moyen de la couleur qui représente le quartz. La couleur du fond indique alors

(1) Dr Lorenz. *Parallelo-chromat. Tafeln zum studium der Geologie.* — Gotha.

la nature du ciment. Du reste, quand il n'y a pas de ciment, comme dans le sable et les cailloux roulés, le fond a été laissé en blanc;

d la structure schistoïde est indiquée par des veines ou des traits qui sont à la teinte foncée de la couleur du fond et qui sont parallèles à la stratification ou bien à la schistosité;

e la structure cristalline et grenue est représentée par des croix de diverses couleurs : ainsi le granite est indiqué par un fond de feldspath avec les croix représentant le quartz, le feldspath, le mica.

La pénétration ou le mélange est figuré par des traits coloriés qui sont perpendiculaires à la stratification. Quand l'intercalation est parallèle à la schistosité, les traits coloriés le sont également.

Partant de ces bases, M. Lorenz a d'abord donné la série des terrains avec les principaux fossiles caractéristiques.

A l'aide d'autres tableaux, il cherche ensuite à représenter ce qu'il nomme les *équivalents géologiques*, c'est-à-dire les formations synchroniques de M. Constant Prévost; à cet effet, il met successivement en regard les coupes que les terrains tertiaires, crétacés, jurassiques, etc., ont fournies dans quelques localités classiques; et comme ces coupes sont disposées sur une même ligne horizontale, on peut facilement apprécier les variations que des roches stratifiées de même âge subissent dans leurs caractères minéralogiques.

— Nous signalerons encore dans un ordre d'idées plus générales, le tableau des terrains qui a été publié par M. Chevreul (1). Ce savant commence par partager les terrains en neptuniens et en plutoniens, suivant qu'ils ont été produits par l'intervention de l'eau ou par celle du feu. Leur formation comprend deux époques, azoène et zoène, caractérisées, la première par l'absence, la deuxième par l'existence de végétaux et d'animaux. L'époque zoène est d'ailleurs subdivisée en périodes qui sont : la période contemporaine, quaternaire, tertiaire, secondaire, primaire. Dans chaque période, les terrains neptuniens aussi bien que les terrains plutoniens sont ensuite rangées en quatre séries parallèles.

Considérons, par exemple, la période contemporaine, les terrains formés avec l'intervention de l'eau se répartiront d'abord en quatre séries. M. Chevreul classe les roches de la première série d'après la considération de leur nature et il observe qu'elle peut être inorganique (A) ou organique (B). Les roches d'origine inor-

---

(1) De l'espèce chimique considérée dans les rapports avec la géologie. *Recueil des travaux scientifiques d'Ebelmen*, III, 227.

ganique sont réparties d'après leur composition chimique en corps simples, neutres, acides, basiques et salins. Les roches d'origine organique peuvent être phytogènes comme la tourbe, ou zoogènes comme le guano et les récifs de polypiers.

La deuxième série comprend des roches classées d'après la double considération de leurs débris, de la division des roches détritiques et du mode de transport. Ces roches sont les blocs erratiques, les moraines, les cailloux roulés, le sable, les dunes, le limon, la poussière; elles résultent de la destruction de diverses roches. Leur composition minéralogique est très-variée. Comme précédemment M. Chevreul distingue les deux cas où les roches de cette série sont (A) d'origine inorganique et (B) d'origine organique.

La troisième série réunit les roches neptuniennes qui sont classées d'après la considération de leur formation. M. Chevreul sépare celles dont la matière a été complétement dissoute par l'eau, telles que les tufs calcaires, les dépôts de silice des geysers; celles dont la matière n'a été dissoute par l'eau que partiellement, telles que les grès à ciment calcaire ou ferrugineux, les brèches et les poudingues. On conçoit que les roches de cette série puissent encore être de nature inorganique ou organique.

Dans la quatrième série sont rangées les roches qui ont éprouvé une altération physique ou chimique. Telles sont les roches kaolinisées ou plus ou moins décomposées; les cavernes creusées par l'eau dans les terrains calcaires; les eaux minérales et thermales et en général tous les produits de la décomposition actuelle des roches.

Si nous passons aux terrains plutoniens de M. Chevreul, ils comprennent quatre séries parallèles à celles des terrains neptuniens et leur classification repose sur les mêmes bases. Ainsi, en prenant toujours pour exemple la période contemporaine, la première série réunira les roches volcaniques actuelles caractérisées par une composition minéralogique définie, telles que les laves et les trachytes; la deuxième série, des roches qui n'ont pas une composition définie ou qui sont le résultat de la division détritique d'autres roches ou bien du transport de leurs débris. Nous citerons d'une part, l'obsidienne, la ponce, les scories, de l'autre les cendres volcaniques et les éruptions boueuses. La troisième série réunit des roches classées en ayant égard à leur mode de formation. Elle comprend les diverses espèces chimiques du terrain lavique qui se sont formées dans le volcan même ou bien postérieurement. Les peperino, les conglomérats volcaniques et les roches formées par agglutination doivent également y être rapportés. Quant à la quatrième

série, elle renferme les divers produits résultant de l'altération physique ou chimique des roches ignées de la période actuelle.

Tel est le mode de répartition que M. Chevreul a proposé pour les roches neptuniennes ou plutoniennes de la période contemporaine. Malgré des difficultés presque insurmontables tenant à l'état actuel de la science, M. Chevreul a cherché de plus à grouper de la même manière les diverses roches neptuniennes ou plutoniennes qui se sont formées pendant les autres périodes géologiques, et il les a classées suivant des séries parallèles et synchroniques.

PHÉNOMÈNES ACTUELS.

Les phénomènes actuels qui produisent le terrain moderne peuvent avoir leur origine soit au-dessus, soit au-dessous de la surface du globe. Il convient donc de les répartir dans ces deux grandes divisions, et nous suivrons pour leur classement l'ordre adopté par M. d'Archiac dans son *Histoire des progrès de la géologie*.

Si nous considérons d'abord les phénomènes dont l'origine est au-dessus de la surface du globe, ils sont engendrés par l'atmosphère ou bien par les eaux ; par suite, il faut distinguer les produits atmosphériques et les produits aqueux.

PRODUITS ATMOSPHÉRIQUES.

Poussières dans les eaux de pluie. — Des eaux de pluies ont été recueillies par M. de Luca (1) à des distances différentes du sol et leurs analyses ont montré qu'elles contiennent de l'acide nitrique, de l'ammoniaque ainsi que des matières organiques azotées. Ce résultat est conforme aux recherches de plusieurs observateurs. Lorsqu'elles sont recueillies à quelques mètres du sol, les eaux de pluie renferment en outre toutes les substances qui se trouvent dans la terre arable, notamment la chaux, la magnésie, la silice, l'alumine, les acides phosphorique et sulfurique, le chlore et quelquefois l'iode. On conçoit d'ailleurs que ces substances doivent être facilement entraînées par les mouvements de l'air et transportées à l'état de poussières microscopiques.

(1) *Comp. rend.*, 1861 ; LIII, 154.

Terre végétale.

Classification. — A la suite d'études sur la terre végétale, M. Sc. Gras (1) en a proposé une classification qu'il a surtout cherché à rendre naturelle. La terre végétale et le sous-sol sur lequel elle repose forment, par leur réunion, ce que l'auteur appelle un terrain agricole. Il divise ces terrains en deux grandes classes : 1° ceux à sol végétal autochthone, dans lesquels la terre végétale provient de la destruction des roches sous-jacentes ; 2° ceux à sol végétal indépendant, dans lesquels la terre est une matière de transport sans aucune liaison avec le sous-sol géologique. M. Sc. Gras observe que les premières sont propres aux pays montagneux, tandis que les seconds occupent les pays non accidentés, quelquefois sur de grandes étendues. Quelques autres savants ont du reste été conduits à établir dans la terre végétale des divisions analogues ; ainsi, M. Fallou (2) distingue en Saxe : 1° celle qui est sédentaire, c'est-à-dire engendrée par destruction sur place ; 2° celle qui est sédimentaire, c'est-à-dire déposée par transport et mélangée à des produits de décomposition. Les mêmes considérations ont encore été développées par M. Elie de Beaumont (3).

Des subdivisions secondaires peuvent facilement être établies dans les deux grandes classes des terrains agricoles qui ont été adoptées par M. Sc. Gras. Lorsque ces terrains sont à sol autochthone, l'auteur prend en considération, d'une part la nature de la roche sous-jacente, et d'autre part la décomposition qu'elle a subie. Ses genres sont basés sur la première donnée et ses espèces sur la seconde. Il indique la roche sous-jacente par son nom minéralogique ; ainsi, par exemple, les terrains sont à sous-sol de granite ou de calcaire. En outre, il distingue la nature de la décomposition subie par ce sous-sol, qui peut être argileuse, fragmentaire ou argilo-fragmentaire.

Lorsque les terrains agricoles sont à sol végétal indépendant, M. Sc. Gras les subdivise encore d'après les mêmes considérations. Il sépare les sous-sols en perméables et imperméables ; et de plus il caractérise les roches qui les composent par leurs noms minéralogiques. Quant aux terres végétales, elles sont divisées en espèces

---

(1) *Description géologique du département de Vaucluse.* — Paris, Savy, 1862 ; 285.

(2) B. von Cotta. *Deutschlands Bordea*, 1854 ; Beilage, 85.

(3) Élie de Beaumont. *Leçons de géologie pratique*, I, 137. De la terre végétale.

suivant leur nature, qui peut être caillouteuse, argileuse, sableuse, humifère, etc. L'absence ou la présence du carbonate de chaux a en suite servi à grouper les espèces en sous-genres.

Ces considérations sont spécialement appliquées par M. Sc. Gras au département de Vaucluse, et voici les divisions principales qu'il y établit entre les terrains agricoles :

I. Sol végétal autochthone.	1° Sous-sol de calcaire compacte et sol fragmentaire; 2° Sous-sol marno-calcaire et sol argilo-fragmentaire; 3° Sous-sol de grès calcarifère et sol argilo-fragmentaire; 4° Sous-sol de grès calcarifère et sol fragmentaire.
II. Sol végétal indépendant.	1° Terrains alluviens; 2° Terrains de transport ancien à sous-sol de cailloux roulés. Quand il est calcarifère, il est tantôt marno-sableux; tantôt caillouteux. Quand il est siliceux, il est généralement sablo-caillouteux; 3° Terrain à sous-sol de calcaire compacte et à sol argileux.

Terre végétale provenant d'un sous-sol granitique et substances contenues dans ses eaux courantes. — M. Albert Le Play (1) a fait des recherches intéressantes sur la composition de la terre végétale et des eaux courantes aux environs de Limoges. La roche solide qu'on rencontre près de Limoges en pénétrant dans le sous-sol est un gneiss contenant deux feldspaths et de la pyrite de fer. Il est recouvert par un terrain meuble qui peut avoir plusieurs mètres d'épaisseur et qui résulte de la décomposition du gneiss, laquelle s'opère de la même manière que dans les roches feldspathiques. Quoique le gneiss ne contienne pas de carbonate de chaux, M. Alb. Le Play a constaté qu'il y en a dans le terrain meuble qui se trouve sous la terre végétale. La chaux qui lui correspond est environ de 0,0014. Quant à sa présence, elle s'explique par la décomposition du feldspath anorthose du gneiss sous l'influence d'eaux pluviales aiguisées d'acide carbonique qui s'infiltrent à la partie supérieure du terrain meuble. Dans la terre végétale elle-même, il n'y a qu'une proportion insensible de carbonate de chaux; ce qui tient à ce que ce corps est dissous par les eaux météoriques ou bien absorbé par les végétaux. Examinant les eaux qui coulent à la surface du sol, M. A. Le Play y a trouvé de l'acide sulfurique, provenant sans aucun doute de l'oxydation de la pyrite du gneiss; de plus, il y a constaté la présence d'une quantité notable de chlore. Ce résultat ne peut être attribué qu'à de petites

(1) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 1054.

quantités de chlorures existant dans les roches baignées par les eaux analysées; et M. H. C. Sorby a reconnu, en effet, qu'il existe des chlorures alcalins dans les cavités microscopiques des quartz qui composent les roches granitiques. Comme le remarque M. A. Le Play, le gneiss, quand il est à l'état normal, ne contient pas de substances minérales que les plantes puissent facilement assimiler; mais dès qu'il est décomposé il fournit aux plantes et même aux eaux pluviales, la silice, la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, c'est-à-dire la majeure partie des substances minérales nécessaires à la végétation.

Influence du sol sur la végétation. — On n'est pas encore parfaitement d'accord sur l'influence que la composition minéralogique d'une terre végétale exerce sur les végétaux qui s'y développent naturellement; toutefois cette influence est incontestablé. Les travaux importants de MM. Thurmann, Lecoq, de Caumont, de Candolle ne laissent pas de doute à cet égard et, dans ces derniers temps, diverses observations sont venues les confirmer.

Ainsi, M. A. Le Jolis (1), qui s'est occupé de la géographie botanique des environs de Cherbourg, a constasé que la flore y est presque entièrement privée de plantes calcophiles; on y trouve au contraire : digitalis purpurea, pteris aquilina, castanea vulgaris, ulex, carum verticillatum, etc. Il est d'ailleurs facile de s'en rendre compte; car le sol se compose de schistes, de quartzites, de granites; par conséquent il est essentiellement siliceux.

M. E. Ravin (2) distingue quatre régions pour les plantes qui croissent naturellement dans le département de l'Yonne. La première, qui est granitique, a des eaux abondantes et comprend des montagnes couvertes de bois; la deuxième recouvre le terrain jurassique et la troisième le terrain crétacé. Comme il est facile de le comprendre, ces deux dernières régions ont beaucoup de ressemblance; leur sol est très-perméable et il est peu boisé. Leurs plaines sont découvertes et sous l'influence du soleil elles s'échauffent plus que partout ailleurs, en sorte que la végétation y est riche et variée. La quatrième région est sableuse avec sous-sol argileux; elle comprend les étangs, les marécages et les tourbières. Les parties

(1) *Revue des Sociétés savantes*, 1862, 125. Mémoire de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg, VII.

(2) *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, XIV, 39; 1860.

dans lesquelles il n'y a pas d'humidité sont très-arides et peu d'espèces peuvent y croître.

Signalons encore un mémoire dans lequel M. H. Coquand (1) a cherché à établir les rapports qui existent entre le sol du département de la Charente et les qualités de l'eau-de-vie qu'on y récolte. On sait que les eaux-de-vie de Cognac ont une supériorité incontestable qu'elles doivent à un arome tout spécial. Les dégustateurs du pays y ont établi trois divisions principales, qui sont basées sur leur qualité et en même temps sur la région de laquelle elles proviennent : 1° la Grande Champagne s'étend parallèlement à la Charente, entre Nouaville et la rivière de Né; 2° la Petite Champagne forme une plaine crayeuse entre Cognac et Châteauneuf; elle est limitée au sud par la Grande Champagne, au nord par le bourrelet rocheux qui domine la Charente; 3° le Pays des Bois comprend des parties de la rive droite du fleuve qui étaient d'abord plantées en bois et qui ont été défrichées pour y substituer la vigne.

En examinant la composition minéralogique du sol dans ces trois régions, M. Coquand a reconnu qu'elle est très-différente. Ainsi, le sol de la Grande Champagne offre des couches crayeuses, friables et très-légères qui sont caractérisées par l'ostrea vesicularis. Celui de la Petite Champagne est moins crayeux; il est formé par les couches calcaires venant au-dessous des précédentes. Celui du Pays des bois couvre des coteaux qui consistent en calcaires durs avec rudistes, ou bien en argiles et sables tertiaires. Les eaux-de-vie que produit ce sol du Pays des bois sont de qualité assez inégale, mais inférieures à celles des deux régions précédentes. Les divisions établies dans la Charente par l'industrie des eaux-de-vie s'accordent dans leur ensemble avec les limites géologiques de la carte de M. Coquand; en sorte que l'examen de cette carte suffit pour déterminer la qualité des eaux-de-vie dont on connaît la provenance.

On peut d'ailleurs observer que les terrains de la Champagne du nord de la France appartiennent à la même formation géologique que ceux de la Champagne du sud-ouest; comme le remarque M. Coquand, ils ont une aptitude particulière pour la culture de la vigne, et les vins mousseux aussi bien que les eaux-de-vie qui en proviennent ont une très-grande supériorité.

Influence des forêts sur les crues des cours d'eau. — Les forêts doivent visiblement exercer une grande influence sur l'écoulement des eaux de pluie à la surface du sol; mais jusqu'à présent, malgré

(1) *Revue des Sociétés savantes*, 1862, 130.

les recherches d'un grand nombre de savants, parmi lesquels nous citerons MM. Boussaingault, Becquerel, Dausse, de Villeneuve, Belgrand, Vallès, on n'a pu tomber d'accord ni sur cette influence, ni même sur le sens dans lequelle elle s'exerce. D'après M. Belgrand (1), il faut distinguer la saison d'été de celle de l'hiver. Pendant l'été les feuilles qui couvrent les bois présentent une vaste surface; en sorte que les eaux pluviales qui la mouillent s'évaporent presque complétement et que les crues sont faibles. Pendant l'hiver les feuilles ont disparu et M. Belgrand pense que les crues seraient presque égales dans les terrains boisés ou non boisés. Le régime des eaux serait même moins régulier dans les terrains boisés que dans ceux qui ne le sont pas.

Un autre ingénieur, M. Vallès (2) s'est également occupé de cette question et de celle des inondations. Contrairement aux idées généralement reçues, il pose d'abord en principe, sans l'établir toutefois par des faits suffisamment précis, que, toutes choses égales, la quantité annuelle de pluie est moins considérable sur un terrain boisé que sur un terrain qui ne l'est pas. Il observe ensuite que le sol des forêts est beaucoup plus compacte et par suite moins perméable que celui des terres labourées. Il ajoute d'ailleurs que, pour des pluies d'égale intensité, les écoulements superficiels ont plus d'importance soit par leur volume, soit par leur rapidité sur les terrains boisés que sur les autres.

Cependant des observations comparatives viennent d'être faites à ce sujet par MM. Jeandel, Cantégril et Bellaud (3); or elles sembleraient indiquer au contraire que les forêts tendent à diminuer la quantité d'eau qui tombe sur le sol à un moment donné et à ralentir son écoulement, par suite à écarter les chances d'inondations. Ces observations ont été suivies pendant une année seulement dans deux vallées des Vosges, dont l'une était boisée entièrement, tandis que l'autre ne l'était que partiellement. La quantité d'eau tombant dans chaque vallée était donnée par des pluviomètres, et d'un autre côté l'eau débitée par chaque cours d'eau était jaugée.

Bien que la question de l'influence des forêts sur les cours d'eau soit une de celles qui aient été agitées le plus souvent, il faut reconnaître qu'elle est loin d'être résolue. Les uns admettent que les

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1854 ; 1. — Influence des forêts sur l'écoulement des eaux pluviales.

(2) *Annales des ponts et chaussées*. 1860 ; 58.

(3) *Comp. rend.*, 1861 ; LII, 284. — *L'Année scientifique et industrielle*. par L. Figuier, 6e année, 56.

forêts diminuent les crues et les chances d'inondations, tandis que les autres pensent qu'elles les augmentent et qu'elles agissent, en tout cas, d'une manière très-différente suivant les saisons. Ces résultats contradictoires nous montrent combien la question est complexe; elle ne peut évidemment être résolue que par des expériences variées qui seraient discutées avec soin, faites dans des localités bien comparables, sur des sols également perméables et qui seraient poursuivies pendant un certain nombre d'années.

Éboulements. — MM. Heuser et Claraz (1) ont remarqué au Brésil que de fortes pluies pouvaient occasionner des éboulements qui contribuaient à modifier la configuration du sol. Les uns s'étaient produits perpendiculairement et les autres parallèlement à la stratification des couches. Ainsi, l'argile résultant de la décomposition d'un sous-sol granitique se met en mouvement lorsque, se trouvant sur des pentes, elle vient à être complétement imbibée par l'eau. Ce phénomène peut d'ailleurs se produire sur une étendue de quelques arpents; et la présence des arbres ne l'empêche pas entièrement, car il s'observe même dans les forêts vierges.

Comparaison de la température dans l'air et dans le sol. — M. Pourriau (2) a comparé la température dans l'air et dans le sol, à une profondeur de 2 mètres. Ses expériences qui ont été faites à la ferme-école de la Saulsaie ont été poursuivies pendant cinq années. La température moyenne de l'air étant 10°,21, celle du sol est notablement plus grande et égale à 12°,79. Tandis que la température moyenne du sol est plus élevée que celle de l'air en hiver et en automne, elle est moins élevée en été de 2° environ; mais au printemps les températures moyennes du sol et de l'air sont sensiblement égales. La moyenne des maxima extrêmes est égale à 34°,5 dans l'air, et seulement à 19°,75 dans le sol; d'un autre côté, la moyenne des minima extrêmes est de — 12°,14 dans l'air et de + 6° dans le sol. La chaleur se propage d'ailleurs lentement dans l'intérieur du sol; en sorte qu'à 2 mètres de profondeur le maximum de température arrive seulement à la fin d'août et le minimum vers la fin de février. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus déjà par d'autres observateurs.

PRODUITS AQUEUX.

Passons maintenant aux phénomènes actuels qui résultent de l'action des eaux à la surface de la terre. Il faut alors distinguer

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 66e année, 1861; X, 174.
(2) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 647.

trois sortes de produits, ceux qui sont engendrés : 1° par les glaces ou par les eaux à l'état solide, 2° par les eaux douces, 3° par les mers.

Produits aqueux solides.

Propriétés de la glace. — La glace possède quelques propriétés physiques exceptionnelles qui ont été bien mises en évidence par des expériences de MM. Faraday, Thomson et Tyndall. Nous allons les faire connaître sommairement d'après M. L. Foucault (1).

Bien que la glace soit incontestablement un corps solide et fragile, elle possède une propriété adhésive qui apparaît surtout dans le phénomène auquel on a donné le nom de regel. Il consiste en ce que deux morceaux de glace fondante appliqués l'un sur l'autre se soudent immédiatement par la solidification de la couche liquide qui mouille leurs surfaces. Maintenant, d'après le principe de Carnot qui a été vérifié par l'expérience, comme la glace se dilate en se solidifiant, la pression tendra nécessairement à abaisser son point de congélation, et par suite à la ramener en partie à l'état liquide. Alors, si l'on suppose que la glace soit pressée contre de la glace, il se produira une fusion aux points de contact; mais si les deux parties ne changent pas de position, la fusion survenue en ces points les délivre aussitôt de la pression qui, transportée en d'autres points, permet à la couche liquéfiée de se reprendre en glace. Ainsi se forment les premiers centres de soudure qui, par le déplacement progressif des pressions, s'étendent et se consolident jusqu'à ce que la somme des adhérences soit assez grande pour supporter sans changement d'état la somme des forces qui sollicitent l'une vers l'autre les deux masses de glace. C'est la même cause qui produit le glissement et qui engendre consécutivement l'adhérence. Indépendamment de ce que la glace glisse et adhère à elle-même, elle est encore affectée d'une fragilité extrême. Ces trois propriétés expliquent donc pourquoi, dans une substance vitreuse et fragile comme la glace, le dégel et le regel qui accompagnent les variations de pression permettent d'exécuter des changements de forme aussi étendus, aussi complets que si l'on opérait sur une substance malléable ou plastique.

Phénomènes relatifs aux glaciers. — Malgré les travaux d'Agassiz, de Charpentier, Forbes, Desor, Martins, Colomb et des nombreux savants qui se sont occupés de l'étude des

(1) L. Figuier. *L'Année scientifique et industrielle*, 6e année, 32.

glaciers, il était fort difficile d'expliquer convenablement leur mouvement et les diverses particularités que présente leur structure. Mais les propriétés curieuses de la glace qui viennent d'être signalées nous éclairent sur leurs principaux phénomènes. Voici en effet, d'après diverses publications de M. Tyndall (1) comment ces phénomènes se succèdent et s'enchaînent l'un l'autre :

1. Les glaciers proviennent de la neige des montagnes qui a été convertie en glace par la pression.

2. L'expérience a démontré que l'on peut, par la pression, faire passer la neige à l'état de glace.

3. A mesure que la masse devient plus compacte, sa faculté de céder à la pression va en diminuant ; toutefois cette faculté ne disparaît pas complétement, même lorsque la matière a acquis un état de consolidation tel qu'on puisse la désigner par le nom de glace.

4. Quand une épaisseur suffisante de neige se trouve accumulée à la surface du sol, les portions inférieures sont naturellement comprimées par le poids des parties supérieures. Si la masse repose alors sur une pente, elle cédera principalement dans la direction de la pente, et par suite elle se mouvra en descendant.

5. En outre la masse entière glisse d'une seule pièce le long de son lit incliné, et laisse des marques de ce glissement contre les rochers sur lesquels elle passe : usant leurs aspérités, elle burine à leur surface des rainures ainsi que des stries dans la direction de son mouvement.

6. De cette manière le dépôt de neige, consolidée ou non, qui couvre les parties les plus élevées des hautes montagnes, descend lentement par les vallées adjacentes ; il en résulte alors de véritables glaciers qui se meuvent en partie par glissement, en partie par suite de la plasticité de la masse elle-même.

7. Si plusieurs vallées se réunissent en une seule, les glaciers tributaires que chacune d'elles contient se réunissent aussi de manière à former un seul glacier.

8. La vallée principale, comme les vallées tributaires, sont souvent sinueuses, et les glaciers qui remplissent ces dernières changent fréquemment de direction pour former le glacier inférieur. De plus, la largeur de la vallée varie souvent et le glacier est forcé, tantôt de passer par des gorges étroites, tantôt de s'élargir après qu'il les a traversées. Le centre du glacier se meut plus rapidement que le fond. Les points où le mouvement est le plus rapide

(1) *The glaciers of the Alps*, by John Tyndall, 1860. *L'Instit.*, octobre 1862, 346. — *Revue des sciences et de l'industrie*, par Grandeau et Laugel, 1862 ; 74.

sont distribués suivant une loi semblable à celle que l'on a reconnue pour le cours des rivières; ils se déplacent d'un côté du centre ou de l'autre, suivant les changements de courbure de la vallée.

9. Ces effets divers peuvent être reproduits expérimentalement sur de petites masses de glace. En outre, la glace se laisse mouler en forme de vases ou de statuettes, et l'on peut en courber une barre de manière à en faire un anneau ou même un nœud.

10. Bien que la glace soit susceptible de se mouler facilement, elle est cependant incapable de subir aucun allongement; par suite, la condition essentielle pour réussir à lui faire changer de forme, c'est de maintenir en contact les parties sur lesquelles on opère, afin que de nouvelles soudures puissent s'établir à la place des anciennes.

11. Plus la température de la glace est rapprochée de son point de fusion, plus il est facile d'obtenir ces résultats; car, quand la glace est à plusieurs degrés au-dessous de son point de fusion, elle se brise en une poudre blanche lorsqu'on la soumet à une pression, et alors elle n'est plus susceptible de se mouler.

12. A 0° deux morceaux de glace dont les surfaces sont humides se soudent l'un à l'autre, dès qu'ils sont mis en contact, et ils ne forment plus qu'une seule masse rigide; c'est cette propriété qui constitue le *regel*.

13. Quand de la glace comprimée se brise en un point, la continuité de la masse est rétablie par le regel des nouvelles surfaces contiguës. C'est aussi le regel qui permet à deux glaciers tributaires de se souder et de se réunir en un seul; c'est de la même manière encore que les crevasses se forment et se ressoudent ensuite; qu'enfin la dislocation éprouvée par un glacier dans une cascade peut disparaître à une certaine distance. Cette propriété du regel qui s'étend à toutes les parties de la masse, explique bien pourquoi la glace reste compacte pendant la descente du glacier.

14. Contrairement à l'idée émise par plusieurs savants, la viscosité est une propriété que la glace des glaciers ne possède réellement pas; car si les phénomènes qui se produisent sous l'influence d'une pression peuvent donner l'idée de son existence, l'analogie avec un corps visqueux disparaît complétement lorsqu'une tension est mise en jeu. En effet, quand le glacier est soumis à une force de traction, il y cède immédiatement par rupture et non par extension; telle est d'ailleurs l'origine des crevasses.

15. Les crevasses sont produites par les tensions mécaniques que subit le glacier. On peut les classer en crevasses marginales, transversales et longitudinales; les premières résultent d'une traction

oblique provenant du mouvement plus rapide des parties les plus centrales; les secondes, du passage du glacier sur une pente plus rapide; les dernières, d'une pression par derrière, jointe à une résistance par devant, qui force la masse du glacier à se cliver dans une direction perpendiculaire à celle de la pression.

16. Les *moulins* sont formés par de profondes fissures interceptant les ruisseaux qui courent sur le glacier. L'eau en s'écoulant dans ces fissures agrandit son passage, dont la largeur atteint quelquefois 1 mètre, tandis que sa profondeur peut dépasser 100 mètres. L'affluence de l'eau dans les moulins est périodiquement interrompue par de nouvelles fissures où se reforment de nouveaux moulins.

17. Les moraines latérales sont formées par les débris que le glacier transporte le long de ses bords; les moraines médianes qui se trouvent sur un glacier proviennent de l'union des moraines latérales de deux glaciers tributaires; les moraines terminales sont produites par les débris charriés par le glacier et déposés à son extrémité. Le nombre des moraines médianes d'un glacier est toujours égal au nombre des tributaires qui l'ont formé, diminué d'une unité.

18. Quand la glace ordinaire recouvrant la surface d'un lac est traversée par un rayon solaire intense, elle se liquéfie, de sorte qu'il se produit dans son intérieur des figures qui présentent la forme de fleurs; chaque fleur est alors composée de six pétales ayant un espace vide au centre: ces fleurs se forment toujours parallèlement aux plans de congélation et elles résultent de la cristallisation de l'eau.

19. Les rayons solaires engendrent aussi dans la glace des glaciers d'innombrables disques liquides, avec des cavités qui sont vides. Jusqu'à présent, ces cavités vides ont été considérées à tort comme des bulles d'air, et leur forme aplatie ne résulte pas non plus d'une pression.

20. Les disques liquides sont des indices de la constitution intime de la glace des glaciers; ils nous montrent qu'elle est composée d'un agrégat de fragments dont les surfaces de congélation ou de cristallisation sont disposées dans tous les plans possibles.

21. Il y a aussi dans les glaciers d'innombrables alvéoles qui contiennent de l'eau et de l'air; ces cavités se rencontrent également dans la glace des lacs. Dans ce dernier cas, elles sont dues à la fusion de la glace au contact de la bulle d'air. On manque d'expériences faites à ce point de vue sur la glace des glaciers.

22. La fusion de la glace sur une surface libre, qu'elle soit inté-

rieure ou extérieure, s'opère plus facilement qu'au centre d'une masse compacte.

23. Les bandes boueuses du glacier doivent être attribuées à des cascades de glace. Car lorsque le glacier rencontre un escarpement, il tombe et se brise dans une direction transversale; il présente alors des saillies qui sont séparées par des fissures; mais ces fissures ne tardent pas à devenir le réceptacle des poussières charriées par l'atmosphère et des petits débris répandus sur le glacier; puis, lorsque les saillies ont disparu par suite de la fusion, la boue reste à la surface sur laquelle elle forme des traînées successives.

24. La glace d'un grand nombre de glaciers présente une constitution laminaire, et lorsqu'elle a été exposée à l'action de l'air, elle peut être clivée en lames minces. Dans la glace intérieure, cette disposition se manifeste par des veines bleues qui s'étendent dans la masse blanchâtre du glacier; ces veines sont les portions de la glace desquelles les bulles d'air ont été plus complétement expulsées par la pression. C'est ce qui explique pourquoi elles sont en rapport avec la structure de la glace. On distingue les structures marginale, transversale et longitudinale, que l'on peut regarder comme des effets inverses des crevasses marginales, transversales et longitudinales. Ces dernières résultent d'une tension, tandis que les différentes classes de structures sont au contraire produites par la pression qui s'exerce de diverses manières. En premier lieu, la pression agit sur la glace comme sur les roches qui présentent le mode de division que l'on nomme clivage; elle y détermine des joints de division qui sont perpendiculaires au sens dans lequel elle s'exerce. En second lieu, la pression produit une liquéfaction partielle de la glace: les parties liquides, ainsi engendrées, facilitent le dégagement de l'air hors du glacier; puis, quand la pression cesse d'agir, l'eau formée se regèle et concourt à la formation des veines bleues.

En résumé, l'étude des propriétés physiques de la glace qui a été faite dans ces dernières années montre que c'est une matière plastique, mais non visqueuse, puisqu'elle n'est aucunement susceptible de s'étirer; cette étude permet d'ailleurs de rendre compte d'une manière satisfaisante des principaux phénomènes présentés par les glaciers.

Congélation de l'eau salée. — Des expériences faites par M. Rüdorff (1) ont montré que si une dissolution de sel marin ayant une densité de 1,028 est refroidie à — 6°, il se congèle environ un

(1) *Annales de chimie et de physique*, LXIII, 488. — *Instit.*, 1861, 408.

tiers du liquide dont la glace donne à la fusion une eau salée ayant encore une densité de 1,010. Ce résultat s'accorde avec les observations d'autres physiciens et particulièrement de M. Despretz (1). M. Rüdorff a reconnu d'ailleurs que, pour des dissolutions aqueuses, l'abaissement du point de congélation de l'eau dans la dissolution est proportionnel à la quantité de sel dissous.

Produits aqueux lacustres.

Variations dans le régime du Tibre. — Dans un discours prononcé devant l'Académie Tibérine, M. le professeur G. Ponzi (2) a fait l'histoire géologique du Tibre depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Ce fleuve a éprouvé des modifications et des changements dans son régime et dans sa direction; on doit attribuer ces divers phénomènes à la retraite de la mer, au soulèvement des Apennins et aux actions volcaniques qui s'exercent sur les contrées basses de l'Italie.

Lacs salés.— Il existe sur le terrain tertiaire de la province Victoria, en Australie, des lacs qui contiennent tantôt de l'eau douce et tantôt de l'eau salée. M. Selwyn (3), chargé de l'étude géologique de la colonie, a observé que, quand ces lacs ont un émissaire, leur eau est presque douce ou légèrement saumâtre; tandis que, dans le cas contraire, elle est généralement salée. Plusieurs de ces lacs sont peu profonds, en sorte qu'ils s'évaporent entièrement lorsque l'été est sec, et alors ils laissent un dépôt de sel qui recouvre une boue noirâtre. Quelquefois ce sel peut être recueilli en grande quantité, et il est utilisé par les colons du voisinage. Comme on ne connaît pas de source salée dans le district, M. Selvyn pense que les emplacements de ces lacs salés correspondent à des dépressions de la surface dans lesquelles se serait réfugiée de l'eau de mer qui aurait été séparée du reste de l'Océan par le soulèvement du pays, en sorte que maintenant elle ne peut plus se perdre que par évaporation.

Nous observerons d'un autre côté que certains grès, et spécialement ceux des terrains mésozoïques, sont fortement imprégnés de sels; ils se couvrent même d'efflorescences qui dégradent et exfolient tellement leurs surfaces qu'ils sont impropres aux constructions. Or il est facile de concevoir que si les eaux atmosphériques provenant du lavage de ces grès se rendent dans des lacs sans émissaire, leur salure doit nécessairement augmenter très-prompte-

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 5.
(2) *Storia*, etc., brochure in-8, 23 p. — Rome, 1860.
(3) *Geology of the Colony of Victoria*. Catalogue of the Victorian Exhibition 1861, 161.

ment. Dans d'autres circonstances, que nous allons signaler maintenant, le même phénomène exige au contraire des durées énormes.

Variations séculaires dans la salure des lacs et des mers. — Quelques savants ont admis, en effet, que dans les pays chauds, des lacs d'eau douce peuvent devenir salés lorsque, par suite d'un changement de régime, ils perdent plus d'eau par évaporation que par le fleuve qui leur sert d'émissaire (1). M. Babinet (2) pense en outre que, réciproquement, des lacs salés peuvent, à la suite d'une longue période de siècles se changer en lacs d'eau douce. Il observe à ce sujet que si la Baltique et la mer Noire ont une salure moindre que l'Océan, c'est parce qu'elles reçoivent de grands fleuves et parce qu'elles ont un émissaire. Quant au lac Baïkal, qui a plus de 600 kilomètres de long, il est maintenant d'eau douce, et proviendrait, d'après M. Babinet, d'une ancienne mer intérieure qui aurait été dessalée par son émissaire la puissante rivière d'Angara. L'existence de phoques, de harengs, de corail et de divers animaux marins qui vivent encore actuellement dans le lac Baïkal serait, pour M. Babinet, une preuve de la salure anciennement existante; et c'est la lenteur avec laquelle cette salure disparaissait qui aurait permis à ces animaux de s'acclimater dans l'eau douce.

Produits aqueux marins.

Variations dans la composition de l'eau des mers. — M. G. Forchhammer (3) a fait des recherches étendues sur la composition chimique de l'eau des mers et sur les variations qu'elle présente soit à la surface, soit dans la profondeur. Afin de rendre bien sensibles les variations de salure à la surface, il a inscrit sur une mappemonde la quantité totale de sels qui était laissée par l'évaporation d'un litre d'eau de mer puisée au point considéré. Les résultats de ces premières analyses de M. Forchhammer sont résumés par le tableau I.

Mais sur un même point de la mer la salure change encore avec la profondeur; c'est ce qui résulte d'expériences qui ont été faites sur des eaux de mer puisées, au même moment, à la surface et à différentes profondeurs. Ces dernières expériences ont du reste été multipliées sur toutes les mers et leurs principaux résultats sont donnés par le tableau II.

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 6.
(2) *Comp. rend.*, 1861; LII, 265. — *L'Année scientifique et industrielle*, par L. Figuier, 6e année, 44.
(3) *Om Sovandets Bestanddele on deres fordeling i Havet.* — Copenhague, 1859. Extrait du danois avec l'aide de M. de la Roquette.)

I. *Composition moyenne de l'eau à la surface des mers du globe.*

Numéros.	DÉSIGNATION DES MERS.	Chlore dans 1.000 parties d'eau.	Acide sulfurique.	Chaux.	Magnésie.	Résidu salin donné par 1.000 parties d'eau.
1	Océan Atlantique entre l'équateur et le 30° de latitude Nord.	19,989	2,348	0,595	2,220	36,169
2	*Id.* entre le 30° de latitude Nord et une ligne menée de la pointe septentrionale de l'Écosse à Terre-Neuve.	19,835	2,391	0,609	2,201	35,946
3	*Id.* Septentrional.	19,538	2,322	0,578	2,161	35,356
4	Détroit de Davis et baie de Baffin.	18,317	2,214	0,513	2,066	33,176
5	Océan Atlantique entre l'équateur et le 30° de latitude Sud.	20,109	2,419	0,586	2,203	36,472
6	*Id.* entre le 30° de latitude Sud, le cap Horn et la pointe méridionale de l'Afrique.	19,376	2,213	0,556	2,160	35,038
7	Mer entre l'Afrique, Bornéo et Malacca.	18,670	2,247	0,557	2,055	33,868
8	Mer entre la côte Sud-Est de l'Asie, les Indes orientales et les îles Aleutiennes.	18,514	2,207	0,563	2,027	33,569
9	Mer entre les îles Aleutiennes et les îles de la Société.	19,499	2,276	0,571	2,156	35,219
10	Courant d'eau froide Patagonien.	18,804	2,215	0,541	2,076	33,966
11	Pôle Sud.	15,748	1,834	0,498	1,731	28,565
	Moyenne pour les mers du globe.	18,945	2,253	0,561	2,096	34,304

Numéros.	DÉSIGNATION DES MERS.	NOMS des observateurs ou des navires.	DATE de l'observation.	PROFONDEUR.	Chlor	Aci sulfur	Cha	Pota	Magn	Résidu
1	25° 35′ longitude occidentale..	Sir James	22 juillet	Surface.	20,114	2,343	0,619	0,284	2,315	36,195
	12° 36′ latitude Nord.	Ross.	1843	3.478 mètres.	19,517	2,271	0,598	0,273	2,128	35,170
2	25° 54′ longitude occidentale.	Sir James	11 juillet	Surface.	19,757	2,308	0,584	0,430	2,333	35,737
	1° 10′ latitude Nord.	Ross.	1843	564 mètres.	19,715	2,265	0,547	0,388	2,253	35,520
				1.138 mètres.	19,548	2,322	0,545	0,386	2,239	35,365
3	9° 30′ longitude occidentale.	Lieutenant	1845	Surface.	19,944	2,556	0,589	0,383	2,273	35,922
	47° 45′ latitude Nord.	Schultz.		122 mètres.	19,640	2,595	0,623	0,383	2,357	35,925
				347 mètres.	19,699	2,594	0,628	0,383	2,296	36,033
4	54° 15′ longitude occidentale. 40° 21′ latitude septentrionale..	Capitaine	13 août	Surface.	20,098	2,425	0,606	0,401	2,391	36,360
	(au sud-ouest du banc de Terre-Neuve).	von Dockum.	1845	75 mètres.	20,172	2,425	0,605	0,538	2,261	36,598
5	7° 52′ longitude occidentale.	Capitaine	5 mai	Surface.	19,671	2,342	0,592	0,320	2,210	35,576
	59° 50′ latitude Nord.	Gram.	1845	84 mètres.	19,638	2,338	0,598	0,363	2,210	35,462
6	39° 4′ longitude occidentale.	Capitaine	20 mai	Surface.	19,306	2,310	0,575	0,431	2,119	35,067
	59° 45′ latitude Nord.	Gram.	1845	85 mètres.	19,364	2,337	0,579	0,373	2,186	34,963
7	Baie de Baffin à l'ouest de Disco.	Docteur	5 juillet	Surface.	18,524	2,268	0,530	0,334	2,109	33,595
	66° 45′ latitude Nord.	Rink.	1849	132 mètres.	18,532	»	0,542	»	2,098	»
8	Nervæs au nord W. et Seskield	»	4 juillet	Surface.	1,931	0,239	0,076	0,047	0,026	3,552
	au sud-est.		1847	56 mètres.	2,670	0,341	0,123	0,057	0,310	4,921
9	64° longitude occidentale.	Capitaine	17 mars	Surface. Température, 25°.	20,302	2,450	0,620	0,286	2,301	36,705
	25° 40′ (océan Atlantique).	Irminger.	1849	902 mèt. Température, 7°,75.	20,222	2,380	0,581	0,281	2,274	36,485
10	38° 26′ longitude occidentale.	Valkyrien.	15 mars	Surface.	20,166	2,537	0,585	0,342	2,022	36,997
	29° 13 1/2′ latitude Sud.		1848	150 mètres.	19,736	2,448	0,573	0,253	2,023	36,227
11	81° 5′ longitude orientale.	Valkyrien.	14 mai	Surface.	19,626	2,330	0,567	0,164	2,207	35,512
	1° 56′ latitude Sud..		1848	66 mètres.	19,606	2,451	0,558	0,280	2,147	35,819
12	62° 52′ longitude orientale.	Valkyrien.	26 avril	Surface.	19,548	2,349	0,588	0,228	2,101	35,415
	35° 2′ latitude Sud.		1848	94 mètres.	19,786	2,380	0,572	0,208	5,218	35,671
13	148° 27′ longitude orientale.	Galathée.	27 août	Surface.	18,873	2,178	0,615	0,317	2,046	34,052
	38° 31′ latitude Nord.		1846	910 mètres.	19,075	2,249	0,543	0,317	2,132	34,426
14	107° 16′ longitude orientale.	Galathée.	23 mai	Surface.	18,846	2,258	0,572	0,326	2,067	34,132
	4° 30′ latitude (mer de Chine).		1846	113 mètres.	18,885	2,195	0,567	0,340	2,146	34,033

Ces tableaux de M. Forchhammer parlent en quelque sorte d'eux-mêmes et réclament peu d'explications. Le premier nous montre qu'à la surface de la mer, la salure présente des différences qui, pour être faibles, n'en sont pas moins faciles à constater par l'analyse. De même que la densité de l'eau de mer, la salure augmente vers l'équateur et loin des côtes, tandis qu'elle diminue beaucoup vers les pôles. Le deuxième tableau fait voir de plus que la salure varie d'une manière notable avec la profondeur et qu'elle va tantôt en diminuant, tantôt en augmentant. Ces résultats s'expliquent simplement par une évaporation plus active sous l'équateur, par la fusion des calottes de glace des pôles et enfin par l'existence de courants sous-marins.

Anciens rivages. — L'examen des rivages actuels de la mer nous montre qu'ils sont habités par une multitude de mollusques perforants; mais les cavités percées par ces mollusques se conservent et se reconnaissent très-bien jusque dans toute la série des terrains; on comprend donc qu'elles puissent servir à repérer les anciens rivages des mers. M. Marcel de Serres (1) cite des exemples dans lesquels il a employé ce moyen, et il observe, à ce sujet, qu'il est susceptible d'être appliqué aux diverses époques géologiques.

Dépôts littoraux. — M. Mairand (2) a réuni divers documents sur la composition chimique et minéralogique des dépôts que la mer laisse sur son rivage entre Nantes et Bordeaux. Ces dépôts sont surtout charriés par la mer, et les fleuves n'y apportent qu'un bien faible contingent. Au-dessus du niveau des marées, il se forme, sur les côtes plates, des dunes de sable qui sont sans cesse remaniées par les vents. Au niveau supérieur des marées, des couches de vase se déposent dans les golfes et dans les parties qui sont abritées de la vague et des courants; tandis que des sables et des cordons littoraux de galets s'observent sur les côtes qui sont lavées par des eaux en mouvement. Au-dessous du balancement des marées, il y a bien encore des bancs de sable dans le lit des courants, mais les dépôts deviennent d'autant plus fins que la tranquillité est plus grande dans les profondeurs de l'Océan. Les observations des Ingénieurs Hydrographes sur les côtes de France et celles de M. l'ingénieur Bouniceau avaient depuis longtemps établi l'ensemble de ces faits; toutefois, il serait très-intéressant d'étu-

(1) *Comp. rend.*, 1861; LII, 71.
(2) *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1860 (2e s.), II, 78.— *Revue des Sociétés savantes*, 1861.

dier avec détail la composition minéralogique des dépôts littoraux ; car en la comparant à celle des roches qui forment les côtes, on parviendrait à indiquer l'origine de ces dépôts.

Marais littoraux. — Les marais qui dans le sud de la France se trouvent sur le littoral de la Méditerranée ont été étudiés par M. Duponchel (1), qui a fait connaître les moyens propres à opérer leur desséchement. Entre l'embouchure du Rhône et celle de l'Aude, ces marais occupent une surface de près de 200.000 hectares. Pour le Rhône seul, le Delta intérieur ou la Camargue en comprend 85.000 hectares, la rive droite 29.600 hectares, la rive gauche 26.000 hectares; ce qui fait en tout 140.600 hectares de marais. M. Duponchel distingue deux catégories de marais littoraux.

Les premiers sont caractérisés par une double pente, dont l'une est longitudinale et l'autre transversale par rapport au cours d'eau. Ils sont le débouché naturel de ses affluents. Ils comprennent d'ailleurs la majeure partie des terrains marécageux qui sont en dehors des deltas.

Les seconds n'ont aucune pente et affectent la forme de cuvettes. Ils s'observent à l'intérieur des deltas; c'est ainsi, par exemple, que l'étang de Valcarés se trouve au centre de l'île de la Camargue. Ils s'observent aussi le long des lagunes lorsqu'elles sont trop éloignées des cours d'eau principaux pour être colmatées. Cette distinction entre les marais littoraux est importante, parce que, comme l'observe avec raison M. Duponchel, elle est en relation avec le système qui doit être employé pour les dessécher. Tandis que ceux de la seconde catégorie peuvent être isolés par des digues de ceintures et épuisés artificiellement à l'aide de machines élévatoires, ceux de la première catégorie doivent généralement être améliorés progressivement par le colmatage des affluents dont ils reçoivent les eaux.

Mais il ne suffit pas de dessécher des marais littoraux pour qu'ils soient propres à la culture, il est encore indispensable de les dessaler. Lorsque des terrains ont été baignés par la mer, on comprend qu'ils doivent être fortement imprégnés du sel marin; et alors, comme le fait remarquer M. Duponchel, les effets produits diffèrent beaucoup suivant les climats. Dans le Nord, notamment en Hollande, le sel est constamment dissous par un excès d'eau pluviale en sorte qu'il disparaît rapidement; la petite proportion qui est retenue par le sol est plutôt favorable que nuisible à la végétation. Dans le sud au contraire, et en particulier sur le littoral de la Méditerranée, il en est tout autrement : il faut sans

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1861 (4e s.), II, 182.

doute l'attribuer à ce que l'évaporation naturelle est supérieure à la quantité d'eau pluviale. C'est alors l'eau salée qui s'infiltre dans le sol et qui est ramenée à sa surface par l'évaporation et par la capillarité; à mesure que la couche supérieure du sol se dessèche, cette eau qui a pénétré dans les couches inférieures remonte en vertu de la capillarité, puis en s'évaporant, elle donne à la surface un dépôt de sel qui s'oppose à toute végétation. Il ne suffit donc pas sur le littoral de la Méditerranée de dessécher un marais pour pouvoir le cultiver, il est encore indispensable de le dessaler. Cette opération y présente d'ailleurs les plus grandes difficultés; parce que c'est toujours la même quantité de sel qui remonte pendant l'été et qui s'infiltre dans le sol à l'automne; les grandes pluies de l'hiver ne la diminuent pas d'une manière notable. Souvent des marais qui pendant l'été se couvrent d'une épaisse couche de sel donnent pendant l'hiver une eau qui est à peine saumâtre. Enfin, près de l'embouchure du Rhône et de l'Aude, de vastes plaines qui depuis des siècles n'ont pas été recouvertes par la mer et qui sont au contraire lavées périodiquement par des torrents d'eau douce, présentent encore le phénomène de la montée du sel pendant l'été; de plus, on l'observe même à la suite d'une crue et après que leur fond a été recouvert par une couche épaisse d'alluvions.

Les explications précédentes permettent d'apprécier combien il est difficile de dessaler un terrain qui a été baigné par la mer et qui se trouve dans un climat où la perte par évaporation est supérieure à la quantité de pluie. M. Duponchel pense toutefois qu'il est encore possible d'y parvenir en ayant recours au drainage. On comprend, en effet, que l'eau d'infiltration provenant des pluies doit nécessairement dissoudre et entraîner une partie du sel. D'un autre côté, des irrigations artificielles, celles surtout qui permettent de faire alternativement entrer et sortir les eaux par les tuyaux de drainage seront aussi très efficaces pour dessaler un pareil terrain.

Animaux marins vivant à de grandes profondeurs. — On sait d'après les recherches du célèbre géologue Forbes que le nombre des mollusques peuplant le fond de la mer diminue très-rapidement avec la profondeur; il ne faut pas croire cependant que la région profonde de la mer soit entièrement déserte. Déjà M. Dana a signalé quelques caryophylliens pêchés à une profondeur de 200 brasses et M. Darwin a trouvé des bryozoaires et un gorgonien à plus de 160 brasses. Le capitaine Maury et les ingénieurs hydrographes américains ont bien constaté que dans les parties où

l'Océan atteint 1800 et même 2.700 brasses de profondeur, son fond est formé par les débris de foraminifères et d'infusoires; mais il n'est pas absolument certain que ces êtres microscopiques aient vécu à l'endroit où on les rencontre, et M. Bailey penserait même que leurs carapaces ont été transportées. Toutefois des recherches que M. A. Milne Edwards (1) a faites dans ces derniers temps ont mis complétement hors de doute l'existence de mollusques marins dans des mers très-profondes. Car lorsqu'on a retiré le câble du télégraphe sous-marin établi entre Cagliari (Sardaigne) et Bône (Algérie), on y a trouvé de nombreux mollusques qui s'y étaient développés pendant qu'il était à une profondeur supérieure à 2.000 mètres. M. A. Milne Edwards, qui les a examinés, cite spécialement l'ostrea colchear qui habite les eaux profondes et qui est bien connue des pêcheurs de corail de la Méditerranée. Plusieurs espèces de peignes dont l'une avait une coquille fortement colorée ont également été ramenés avec le câble. Il faut y joindre une monodonte, un fuseau, ainsi que des coralliaires, appartenant à la famille des turbinolides. Ce qui est plus important, c'est que l'un d'eux, caryophyllia armata, se rencontre à l'état fossile dans le tertiaire supérieur du Piémont et de la Sicile. Un autre très-voisin du caryophyllia clavus paraît identique à un polypier fossile que M. Deshayes a trouvé dans le pliocène de l'Algérie. Comme l'observe M. A. Milne Edwards, il est très-intéressant pour la géologie de trouver dans la Méditerranée, à des profondeurs de plus de 2.000 mètres, des mollusques dont les habitudes sont sédentaires et qui appartiennent presque tous à des espèces réputées rares; ce fait est d'autant plus remarquable que quelques-uns de ces mollusques ne paraissent pas différer de certaines espèces qu'on connaît à l'état fossile dans le terrain tertiaire supérieur du même bassin.

PRODUITS INTÉRIEURS.

Les phénomènes qui ont leur origine au-dessous de la surface du globe sont ceux dont nous avons à nous occuper maintenant; ils se rapportent plus spécialement aux eaux souterraines et minérales, aux sources de pétrole et aux volcans.

---

(1) *Annales des sciences naturelles* (4e s.), XV, n° 3.

Eaux souterraines.

Nappes d'eau souterraines. — Les eaux qui tombent à la surface de la terre pénètrent en partie dans son intérieur et donnent lieu à des nappes souterraines. Pour en constater l'existence, il suffit de déterminer les cotes de l'eau dans une série de puits, car en les comparant entre elles on voit qu'elles varient généralement d'une manière continue. A l'aide de ces cotes, il est d'ailleurs possible de tracer les courbes horizontales qui représentent la surface supérieure des nappes souterraines; on saisit alors facilement leur forme, leur mode d'écoulement et leurs rapports, soit entre elles, soit avec les nappes superficielles.

Prenons, comme exemple, la carte hydrologique de la Ville de Paris dont nous avons fait connaître précédemment le mode d'exécution (1).

Si nous considérons d'abord la nappe d'infiltration de la Seine, elle s'élève à mesure qu'on s'éloigne des bords du fleuve. Sa pente moyenne est au moins de 0m,001 par mètre; elle est donc beaucoup plus grande que celle de la Seine, ce qui tient à ce qu'elle s'écoule difficilement même à travers les terrains les plus perméables. Les courbes horizontales qui représentent sa surface sont des lignes ondulées à peu près parallèles; disposées symétriquement sur chaque rive, elles se coupent, deux à deux, sous des angles très-aigus dont le sommet est dirigé vers l'amont et elles vont se raccorder avec la Seine. Il importe aussi d'observer que la nappe dite d'infiltration ne résulte pas d'une infiltration de la Seine à travers ses deux rives, comme le nom qu'on lui donne pourrait le faire croire; elle est au contraire alimentée par les eaux provenant des collines qui environnent Paris.

La forme de la nappe d'infiltration est d'ailleurs remarquablement indépendante de l'inclinaison des couches imperméables qui se trouvent au-dessous d'elle. Il arrive souvent qu'elle se relève lorsque ces couches s'infléchissent; elle n'est aucunement parallèle aux couches perméables qu'elle baigne, qu'elles soient formées par le calcaire grossier, les sables moyens ou le calcaire lacustre; elle peut même les couper toutes indistinctement.

Si l'on considère au contraire une nappe souterraine spéciale,

(1) Delesse, *Bull. géol.* (2e s.), XIX, 20. — Deux feuilles grand monde imprimées en lithochromie et gravées par Avril frères. — Paris, Savy.

comme celle qui recouvre les marnes vertes au sommet de Montmartre, sa forme reste toujours plus ou moins en relation avec celle de la couche imperméable qui la supporte et qui lui donne naissance.

La nappe d'infiltration se trouve dans l'intérieur de Paris à un niveau plus élevé que la Seine et doit nécessairement se déverser dans le lit du fleuve; par suite, la Seine joue à l'égard de la nappe d'infiltration le rôle d'un canal de dessèchement et déterminant l'écoulement de ses eaux, elle opère le drainage de la Ville de Paris.

Variations dans la composition des eaux souterraines. — La proportion des sels terreux en dissolution dans les eaux varie beaucoup moins lorsqu'elles sont souterraines que lorsqu'elles sont superficielles; cependant elle n'est pas constante, et, dans une série d'essais hydrotimétriques faits sur diverses sources, M. Belgrand(1) a constaté qu'elle augmente au moment des basses eaux.

Le puits artésien de Grenelle présentait pour ces recherches une source assez exceptionnelle, car son régime est invariable, et, dans ces dernières années, son débit se maintenait à 10^{lit},50 par seconde. Par une série d'essais hydrotimétriques exécutés chaque semaine, du 10 mars 1857 au 31 décembre 1860, M. Belgrand a reconnu que la proportion de sels contenue dans l'eau qu'il fournit n'est pas constante. Il est probable que cela tient à ce que la quantité d'eau de pluie introduite dans la nappe souterraine qui alimente le puits de Grenelle augmente ou diminue suivant les saisons. Mais on comprend que cette nappe doive surtout dépendre du régime des rivières qui coulent sur les affleurements des sables inférieurs au gault. Les crues de ces rivières donnent naturellement lieu à des crues correspondantes dans la nappe souterraine de Grenelle et par suite à des minima dans le degré hydrotimétrique; seulement, à cause de la distance et de la lenteur de l'infiltration souterraine, les minima devront être en retard sur les crues des rivières. La comparaison des courbes hydrotimétriques de Grenelle avec les courbes représentant le débit de l'Aisne, qui coule entièrement dans la craie inférieure, vient en effet confirmer ce retard et montrer qu'il est à peu près de deux mois. De plus les minima des courbes hydrotimétriques sont compris entre février et août, tandis que leurs maxima sont entre août et février. Au printemps de 1857 M. Belgrand a obtenu pour le puits de Grenelle le minimum

(1) Note sur le puits de Passy. *Annuaire de la Société météorologique de France*, IX, 124.

de 9°, 18, et pour février 1858 le maximum de 11°, 10. Ces résultats s'accordent bien avec les observations de M. Dausse qui a reconnu que les pluies d'été ne profitent pour ainsi dire pas aux sources dont l'alimentation est due presque entièrement aux pluies d'hiver. Ils s'accordent également avec des recherches que M. Delesse a poursuivi pendant plusieurs années sur les variations du niveau de l'eau dans les nappes souterraines et sur le degré hydrotimétrique des eaux fournies par plusieurs puits des environs de Paris.

Puits artésiens.

Quelque faits intéressants ont été constatés par MM. Mulot et Dru (1) dans l'exécution de puits forés. Ainsi, à la Guipière, dans les environs de Nantes, un sondage entrepris dans les schistes et les quartzites a amené la découverte de plusieurs nappes d'eau. Le niveau de ces nappes d'eau s'est relevé successivement à mesure que la profondeur du sondage augmentait; et à 26 mètres, on a obtenu une nappe jaillissante. Ce résultat mérite d'être mentionné, parce qu'il montre que les puits artésiens peuvent être tentés avec chances de succès, même dans un sous-sol formé par des schistes de transition métamorphiques.

Dans la vallée de la Somme, près de Séraucourt-le-Grand, MM. Mulot et Dru ont foré plusieurs puits donnant de l'eau jaillissante à une très-faible profondeur. Leur étude a montré qu'ils ont une origine très-simple; car la nappe d'eau qui les alimente est fournie par la Somme elle-même: par suite de barrages qui ont relevé son niveau, cette rivière s'infiltre dans la vallée à travers les tourbes, en sorte qu'elle jaillit au-dessus du sol quand on perce des trous de sonde en aval des barrages et dans leur voisinage.

Un sondage fait en amont de Nantes dans le lit même de la Loire a amené un résultat encore plus curieux. MM. Mulot et Dru ont constaté, en effet, que dans l'endroit où se faisait le sondage, le terrain diluvien reposait sur le micaschiste qui est une roche imperméable et que son épaisseur était de 22 mètres. Or à 16 mètres au-dessous de l'eau de la Loire après avoir traversé une couche d'argile, ils ont obtenu une nappe jaillissante qui s'élève à $0^m.60$ au-dessus du niveau du fleuve à marée basse. Voici donc une nappe jaillissante qui coule dans le terrain de transport formant le lit d'une rivière, et qui, d'après les conditions indiquées, doit être alimentée en aval par la rivière elle-même.

— Près de la fabrique de papier de Dresde, en Saxe, un puits

(1) Communication particulière.

artésien, d'une profondeur de 65 mètres, a donné plusieurs nappes d'eau qui sont abondantes (1).

— On sait que des gaz combustibles se dégagent quelquefois des trous de sonde ayant pour but de rechercher de l'eau ou des matières minérales. C'est ce que l'on observe notamment au puits artésien de Campo-San-Paolo à Venise; et une analyse faite par M. Kauer (2) a montré que c'est du gaz des marais. Les couches desquelles ce gaz provient contiennent du reste des débris végétaux.

Eaux minérales.

Les eaux minérales ont été étudiées d'une manière spéciale par M. J. François (3), qui a présenté diverses considérations sur leur gisement et sur leur régime.

1° On peut distinguer d'abord les eaux thermo-minérales qui forment la division la plus importante et qui se trouvent habituellement dans les pays de montagnes. Elles émergent souvent vers la limite de deux roches, particulièrement lorsque l'une d'elles est éruptive; elles émergent aussi par les failles, les lignes de fracture profondes, et en un mot par les filons. Leur composition est assez variable; cependant elle paraît en relation avec les roches éruptives qui leur sont associées et elles forment en quelque sorte leur cortége. Dans les Pyrénées, par exemple, les eaux sulfureuses sont réparties vers la limite des massifs granitiques; elles sont en relation avec les pegmatites avec les eurites, et en général avec les filons. Les eaux salines et mixtes des Pyrénées sont d'ailleurs en relation avec les ophites.

Quand les versants d'une chaîne de montagnes sont formés de terrains sédimentaires, on conçoit que les eaux thermo-minérales puissent plus difficilement arriver à la surface; elles tendront généralement à se perdre dans ces terrains, à moins que des failles ne leur permettent d'émerger. Ainsi, sur le versant occidental des Alpes, il existe de nombreuses sources thermales qui sont groupées suivant des failles N.-S. ou N.-N.-E. et qui émergent dans les terrains secondaires. A l'ouest des Corbières, les sources thermales apparaissent également suivant des failles du terrain crétacé. Il

---

(1) *Sitzungs-Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1861, 120.

(2) *Académie des sciences de Vienne*, 1861, juin.

(3) Les eaux minérales dans leurs rapports avec la science de l'ingénieur. (Extrait du *Dictionnaire général des eaux minérales*.)

en est de même à Luxeuil dans la Haute-Saône et dans les montagnes Noires. Enfin on observe très-bien l'émergence des sources thermales par des filons; indépendamment de l'exemple de Plombières, M. J. François cite les sources de la Malou, dans les Cévennes, qui sortent de filons de quartz contenant des sulfures métalliques; celles de Pontgibaud (Puy-de-Dôme); celles de Canaveilles et d'Olette, dans les Pyrénées orientales; celles du Mahoura, près Cauterets; celles du groupe du Pré à Luchon.

2° Les eaux minérales froides ont un autre gisement et, comme il est facile de le comprendre, une autre origine que celles desquelles nous venons de parler. D'abord, elles sont habituellement dans les pays de plaine. Parmi les principales variétés, M. François distingue les carbonatées calcaires, qui contiennent du carbonate de chaux; les sulfatées calcaires ou séléniteuses; les salées, dans lesquelles il y a du chlorure de sodium; les magnésiennes, qui se rencontrent dans le trias; les ferrugineuses et magnésiennes, qui passent sur des roches contenant du fer ou du manganèse. On conçoit que toutes ces eaux minérales froides proviennent d'une simple infiltration des eaux de la surface qui dissolvent diverses substances se rencontrant dans les terrains qu'elles traversent. Lorsque des décompositions s'opèrent dans l'infiltration, il en résulte encore d'autres variétés d'eaux minérales froides; les sulfureuses, qui sont dues à la réduction des sulfatées calcaires par des matières organiques; les ferrugineuses sulfatées, dues à la décomposition des pyrites; les ferrugineuses des prairies qui contiennent l'oxyde de fer uni à des acides organiques. C'est à ces dernières variétés qu'il faut rapporter les eaux de mine qui sont quelquefois utilisées comme eaux minérales; elles se chargent, par infiltration, des produits résultant de l'altération des minerais ou des matières exploitées, et l'on conçoit que leur composition puisse être très-variable. Enfin il nous paraît que les nappes souterraines qui alimentent les puits artésiens sont toutes plus ou moins minérales, surtout lorsqu'elles traversent des terrains contenant des substances salines ou des roches en décomposition; de plus, quand on va les atteindre à une grande profondeur, elles sont chaudes et par conséquent thermo-minérales.

M. François signale particulièrement les rapports intimes qui existent entre les sources minérales et certaines roches qu'il appelle pour cette raison congénères. Le plus souvent les sources se trouvent simplement associées à ces roches, soit qu'elles aient accompagné ou suivi leur éruption, soit qu'elles se minéralisent en les traversant par infiltration. Cependant elles peuvent aussi

engendrer des roches congénères, comme cela paraît être le cas pour les filons.

Généralement les sources minérales ne sont pas isolées, mais elles présentent un groupement. Il est facile de s'en rendre compte en observant qu'elles tendent nécessairement à se bifurquer et à émerger sur différents points. Ce sont alors celles qui sont le moins mélangées avec les eaux de la surface qui ont la température la plus élevée et la plus grande proportion de matières salines.

Parmi les diverses causes qui influent sur le régime des sources minérales, M. J. François signale les infiltrations ainsi que les engorgements quelquefois assez rapides qu'elles occasionnent par leurs dépôts. Indépendamment des variations dans leur débit, il y en a dans la température et dans la proportion des substances qu'elles tiennent en dissolution. Des observations faites par M. Filhol et J. François sur les sources sulfureuses des Pyrénées, sembleraient même indiquer que la pression barométrique et la direction des vents influent sur le degré qu'elles marquent au sulfhydromètre. A ces considérations générales sur les sources minérales, M. J. François ajoute la description d'un procédé qu'il a employé avec succès pour leur captage; il consiste à circonscrire les eaux minérales dans une enceinte dans laquelle on les fait ensuite refluer au moyen d'une pression exercée à l'extérieur et avec de l'eau dont on élève le niveau graduellement.

PLOMBIÈRES. — Les eaux minérales de Plombières viennent d'être l'objet d'une étude nouvelle faite par MM. Jutier et J. Lefort (1). Les vallées des environs de Plombières affectent une direction comprise entre 50° et 63° N.-E. qui paraît se rattacher au soulèvement de la Côte-d'Or; ce sont des vallées de fractures auxquelles correspondent de nombreuses émergences de sources minérales. Dans celle de Plombières les sources surgissent à travers le granite porphyroïde qui peut être plus ou moins décomposé et changé en arène (2). Il est recouvert par du grès vosgien qui, sur certains points, a été altéré à son contact et métamorphosé en jaspe, sans doute par des infiltrations siliceuses (3). Les relations de voisinage du granite avec les sources minérales sont évidentes et dans les Vosges elles avaient fixé depuis longtemps l'attention de M. Thirria. D'autres observateurs, notamment MM. Daubrée

(1) *Études sur les eaux minérales et thermales de Plombières.* — Paris; 1 à 115.
(2) Delesse. *Annales des mines*, (4), IX, 587.
(3) Delesse. *Notice sur les caractères de l'arkose dans les Vosges.* (*Bibliothèque universelle de Genève*, mars 1848.)



et **Hogard**, ont signalé de plus leur association avec les filons. M. **Jutier** en cite des preuves nombreuses. Ainsi, aux Fontaines-Chaudes, la baryte sulfatée se rencontre en cristaux volumineux sur les fentes de grès vosgien à travers lesquelles s'échappe l'eau minérale. Au Reherrey, la source minérale se trouve sur le prolongement d'un filon de quartz et de fer oligiste. A la Chaudeau les fentes par lesquelles arrivent les eaux minérales sont également remplies de quartz et de baryte sulfatée. Enfin à Plombières même, les recherches faites sur les sources thermales ont montré que chacune d'elles provient pour ainsi dire d'un filon et les substances minérales qui le remplissent le plus habituellement sont la chaux fluatée, le quartz, l'halloysite et la baryte sulfatée.

Il existe un rapport remarquable entre la température des sources et leur position dans la vallée de Plombières. En effet, les sources très-chaudes, marquant au moins 62°, se trouvent dans le fond de la vallée; les sources chaudes d'une température moyenne comprise entre 49° et 55°, forment comme une ceinture un peu au-dessus des premières: les sources tempérées dites aussi savonneuses, qui marquent de 13° à 33°, jaillissent des berges de la vallée à une hauteur de 8 à 20m au-dessus du fond. M. **Jutier** explique ce résultat en observant que, plus les eaux émergent au-dessus du fond de la vallée, plus elles sont mélangées avec les eaux froides provenant de la surface qui s'infiltrent à travers les fissures du granite. L'analyse a montré d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, que les eaux thermales de Plombières renferment toutes les mêmes substances minérales et en proportion d'autant plus grande qu'elles sont plus chaudes. Les travaux de captage qui, d'après les ordres de l'**Empereur**, ont été exécutés sur les sources de Plombières ont beaucoup augmenté leur débit et leur température; actuellement celles qui sont très-chaudes ont environ 70° et donnent 40 mètres cubes en 24 heures; celles qui sont chaudes 57° et 502 mètres cubes; celles qui sont tempérées 30° et 114 mètres cubes; celles dites très-tempérées 12° et 75 mètres cubes.

AMÉLIE-LES-BAINS. — Dans la vallée du Tech, Pyrénées orientales, M. **Leymerie** (1) a constaté que les eaux thermales sulfureuses d'Amélie-les-Bains émergent d'un gneiss associé à du schiste semi-cristallin et près de son contact avec un porphyre quartzifère éruptif.

(1) *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, XXIII, 6e livraison.

Pyrénées. — Les eaux minérales des Pyrénées forment un groupe bien caractérisé qui a été l'objet de nombreuses recherches et qui a été décrit récemment par M. François (1). La partie du bassin sous-pyrénéen dans laquelle elles se trouvent coïncide en grande partie avec l'ancienne Aquitaine et ne comprend pas moins de 26,000 kilomètres carrés. Il convient de distinguer celles qui proviennent des Pyrénées proprement dites, du Canigou et des Corbières.

Dans les Pyrénées proprement dites, les eaux minérales sont fréquemment sulfurées sodiques; et d'après les observations de MM. Forbes, Boubée, J. François, Marchand, Leymerie, Lambron, elles émergent dans les roches granitiques, particulièrement vers leurs limites avec la pegmatite, avec le granite, avec le petrosilex et en général avec les roches plus récentes qui les traversent.

Les eaux minérales des Pyrénées sont encore sulfurées calciques, salines mixtes, chloro-sulfatées, chlorurées, ferrugineuses carbonatées; mais alors elles sont invariablement en relation avec les ophites. C'est surtout au pied de la chaîne que ces ophites sont accompagnées de sel gemme, de gypse et c'est aussi dans cette partie que les eaux minérales sont essentiellement salées, sulfatées et sulfurées, sodiques ou calciques. Des eaux carbonatées alcalines ou bicarbonatées alcalines et ferrugineuses se trouvent entre Reynes et Collioure sur le versant nord des Albères; elles sortent vers la limite du granite et du terrain de transition métamorphique. Par leur composition elles rappellent les eaux minérales de l'Auvergne et il est possible qu'elles soient en relation avec les volcans éteints qui sont connus de l'autre côté de la chaîne, aux environs d'Olot dans la Catalogne.

Dans la chaîne du Canigou, on ne rencontre guère que des sulfurées sodiques et des eaux alcalines que les hydrologistes des Pyrénées s'accordent à regarder comme des sulfureuses dégénérées. Elles émergent vers la limite du granite avec le gneiss ou bien avec le terrain de transition.

Dans la chaîne des Corbières, les eaux minérales sont salines, chlorurées sodiques, ferrugineuses carbonatées ou bien salées. Elles paraissent se rattacher aux ophites ou diorites de la vallée d'Agly et du massif des Corbières.

Le gisement des sources minérales du groupe des Pyrénées a d'ailleurs été résumé par M. J. François dans un tableau qui fait

(1) Les eaux minérales dans leurs rapports avec la science de l'ingénieur. (Extrait du *Dictionnaire général des eaux minérales*.)

connaître la répartition des sources dans les terrains des trois chaînes :

	Pyrénées.	Cévennes.	Cordillères.	Total.
Roches plutoniques et diverses. . .	137	90	»	227
Terrains de transition..	79	19	5	103
Id. secondaires.	128	17	16	161
Id. tertiaires.	25	6	»	31
Id. d'alluvions.	39	3	»	42
	408	135	21	564

La proportion des sources minérales est la plus grande dans les roches plutoniques; toutefois elle est exceptionnellement grande dans les terrains secondaires, ce qu'il faut attribuer à ce qu'ils contiennent du sel ainsi que du gypse ou bien à la présence des ophites.

Produits des sources minérales.

Boues ferrugineuses. — Les eaux minérales ferrugineuses donnent lieu à un dépôt qui est essentiellement formé d'hydroxyde de fer. Ainsi, à la source Elisabeth, près de Hombourg, ce dépôt contient, d'après Fresenius, 50 p. 100 d'oxyde de fer, beaucoup de carbonate de chaux, peu de carbonate de magnésie, de l'alumine, de la baryte, de la strontiane, du protoxyde de manganèse, des oxydes de zinc, de cuivre, de plomb, de l'arsenic, du phosphore, de la silice, un peu de chlore et enfin du sable et de l'eau. A Schwalheim les boues sont très-ferrugineuses et en même temps calcaires. Enfin dans le dépôt boueux et jaune rougeâtre de l'eau minérale de Nauheim, M. R. Ludwig (1) a trouvé :

Fe^2O^3	Mn^2O^3	CaO,CO^2	SiO^2	AsO^5	HO	Somme.
44,26	2,11	35,40	2,65	1,05	14,32	99,79

Comme on l'expliquera plus loin, c'est à l'action des oscillaires et des diatomées que le dépôt d'oxyde de fer doit être attribué. Dans beaucoup d'eaux ferrugineuses de l'Allemagne, notamment dans le Wetterau, le Nassau, le Waldeck, il se forme un dépôt d'oxyde de fer qui est tantôt pur et tantôt accompagné de chaux, de manganèse, de phosphore, d'arsenic.

Chabasie. — M. Daubrée (2) a observé des petits cristaux dans un béton romain baigné par les sources minérales de Luxeuil. L'examen de ces cristaux, fait avec MM. de Senarmont et Des

(1) *Geogenische und geognostische Studien auf eine Reise durch Russland und den Ural*, 139.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 108.

Cloizeaux, a montré qu'ils appartiennent à la Chabasie. Comme les sources minérales de Luxeuil ne dépassent pas 46°, M. Daubrée remarque à ce sujet que les zéolithes, et en particulier la chabasie, peuvent se former à une température très-peu élevée.

Concrétion silicatée et sulfatée. — Les eaux thermales de Plombières laissent déposer un produit blanc concrétionné dont l'examen présentait de l'intérêt. Il a été analysé par MM. Jutier et Lefort (1) :

SiO^2	SO^3	CO^2	NaO	CaO	Al^2O^3	KO,FeO,MgO	Matières organiques.	HO	Somme.
60,25	7,37	0,95	16,73	7,61	1,01	traces.	»	8,55	100,00

On voit qu'il est essentiellement formé de silice combinée sans doute avec de la soude, et il doit contenir aussi du sulfate de chaux. Sa composition s'explique d'ailleurs très-bien, d'après celle des eaux thermales de Plombières, qui sont silicatées et sulfatées sodiques.

Hydrosilicate de fer. — Le fer métallique plongé pendant quelques mois dans les eaux thermales de Plombières s'oxyde complétement, devient brun-rouge, très-friable et prend une structure feuilletée. L'analyse de ce produit a été faite par MM. Jutier et Lefort (2) :

SiO^2	Fe^2O^3	HO	Somme.
22,12	59,82	18,06	100,00

Par l'action des eaux minérales de Plombières sur le fer, il s'est donc formé un hydrosilicate de fer contenant une matière organique et sa composition paraît le rapprocher de la Cronstedtite.

Hydrosilicate de cuivre. — D'anciennes monnaies de cuivre ont également été décomposées par les eaux de Plombières ; elles présentaient une masse cristalline, vert bleuâtre, à cassure grenue et leur altération s'était souvent propagée jusqu'au centre. Leur analyse a donné à MM. Jutier et Lefort (2) :

SiO^2	CaO	HO	Somme.
31,71	47,51	20,78	100,00

Ici encore la silice contenue dans les eaux s'est combinée avec le métal qui s'est oxydé et il en est résulté un hydrosilicate de cuivre ; la composition de ce dernier se rapproche du reste de certaines variétés qu'on trouve dans la nature.

(1) *Études sur les eaux thermales et minérales de Plombières*, 131.
(2) *Études sur les eaux thermales et minérales de Plombières*, 147, 148.

Minéraux divers. — Une collection envoyée à l'Exposition de Londres (1) par M. François et par les propriétaires des sources minérales des Pyrénées renfermait un assez grand nombre de minéraux produits par ces sources. Nous signalerons la soude sulfatée formant des efflorescences à l'ouest du ravin Graüs d'Olette; la baryte sulfatée cristallisée des filons de l'Usclade, à La Malou l'ancien dans l'Hérault; la chaux sulfatée stalactiforme, qui recouvre le calcschiste à Barèges; la chaux carbonatée cristallisée, tapissant les parois du schiste argileux dans lequel sort la source César à Cauterets; le calcaire nacré qui se produit sur le micaschiste de Luchon; le travertin ferrugineux, qui est déposé par la source Saliès, à Bagnères de Bigorre et à Campagne dans l'Aude; la silice fibreuse et stalactiforme, provenant de la cascade Graüs d'Olette; la limonite stalactiforme, produite par les eaux sulfatées ferrugineuses de Guaux et de Luchon; la pyrite de fer, cristallisée en cubo-octaèdre, qui accompagne le quartz et la baryte sulfatée de la Malou l'ancien; la galène trouvée à la Malou du Centre.

D'autres minéraux, tels que le mica, indiqués comme produits encore par les sources, avaient bien les caractères des minéraux habituels des filons, cependant rien ne démontrait que leur formation appartînt réellement à l'époque actuelle.

Les sources minérales des Pyrénées exercent d'ailleurs sur les parois des roches qu'elles traversent des phénomènes d'altération marqués. Ainsi, à Bagnères de Bigorre, elles corrodent fortement le calcaire jurassique, et la source chaude du ravin Graüs d'Olette décompose le gneiss qu'elle kaolinise.

Pétrole.

MER CASPIENNE. — Les sources de pétrole des bords de la mer Caspienne, déjà décrites par plusieurs géologues, ont été visitées dans ces derniers temps par M. Abich (2). A Balachani, 70 établissements sont réunis sur une surface de 2 kilomètres carrés, et leur production s'élève à 4.100.000 kilog. par année. Pour exploiter le pétrole, on perce des puits qui ont 25 mètres de profondeur et qui traversent un grès calcaire. En vingt-quatre heures, on y recueille 1.500 kilog. de pétrole ou de naphte qui surnage une eau salée et plus ou moins agitée par des dégagements de gaz combustibles.

AMÉRIQUE DU NORD. — Cependant les merveilles des sources de pétrole de la mer Caspienne, celles de l'Orient et de la Chine qui

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, IX, 17.

sont connues depuis une si haute antiquité, viennent d'être bien dépassées dans l'Amérique du Nord. Déjà M. Gauldrée Boileau (1), Sir William Logan et les géologues du Canada, ont fait connaître les sources extraordinaires de pétrole qui ont été trouvées récemment dans ce pays; mais ces sources sont encore plus abondantes dans les États-Unis, et aux renseignements déjà fournis, nous ajouterons les suivants qui sont extraits d'une dépêche de M. de La Forest, consul de France à Philadelphie (2).

Dans quelques contrées à l'ouest de l'état de Pennsylvanie, notamment à Oil-Creek et à Titusville, le pétrole filtre à la surface du sol, et depuis un temps immémorial il était connu par les Indiens du pays, qui ont même creusé des puits pour le recueillir et construit des réservoirs pour le conserver. En 1845, Lewis Paterson, fouillant la terre pour atteindre de l'eau salée, fit la découverte du pétrole dans le comté Alleghany, en Pennsylvanie, et il commença à l'extraire; toutefois, c'est seulement vers le mois d'août 1859 que l'exploitation prit quelque développement, et avant la fin de 1860, le nombre des puits s'élevait déjà à 2.000. La région qui fournit le pétrole dans l'Amérique du Nord s'étend sur le versant N.-O. des terrains houillers de la Pennsylvanie, principalement dans les vallées que traversent les rivières Oil-Creek et Alleghany, ainsi que leurs tributaires. Elle s'étend aussi au sud et à l'ouest de la Pennsylvanie, se prolonge d'une part dans l'Ohio et d'autre part dans le Canada, par delà le lac Érié. Enfin elle se retrouve également en Virginie et dans les états Indiana et Illinois. Jusqu'en 1861, on recueillait le pétrole en creusant des puits dans les grès et les schistes dévoniens ou siluriens à travers lesquels il suinte et on l'enlevait avec des pompes; mais en approfondissant les puits qu'on avait taris, ou bien en forant des trous de sonde, on atteignit bientôt des sources de pétrole jaillissantes. L'huile qui s'en échappe avec force peut s'élever jusqu'à une hauteur de 30 mètres au-dessus du sol; elle est d'ailleurs accompagnée par un jet violent de gaz. Aussi, pour empêcher que l'écoulement soit trop rapide, l'on est obligé de le régler au moyen de tubages en fer qui sont établis solidement et munis de robinets. La profondeur à laquelle on atteint le pétrole est ordinairement de 80 à 100 mètres; cependant on exploite encore le pétrole jaillissant par des forages qui vont au delà de 260 mètres, et sur un même point,

(1) *Ann. d. mines* (6), II, 95.
(2) Extrait d'une dépêche adressée à M. le Ministre des affaires étrangères par M. de La Forest, consul de France à Philadelphie.

on en trouve différentes nappes superposées. Les pétroles ont des caractères assez variables suivant les sources qui les ont fournis. Les plus estimés sont incolores et ont une densité très-faible qui est égale à 0,795; ce sont ceux qui fournissent la plus grande quantité d'huile à brûler; toutefois leur transport est difficile, car, dans le fond des navires, ils dégagent des hydrogènes carbonés très-volatils qui peuvent donner lieu à des explosions. Le plus souvent les pétroles sont noirs, et leur densité est comprise entre 0,8 et 0,9. Il en est d'ailleurs qui sont visqueux et qui passent à l'état de bitume; on en trouve notamment dans le comté Jackson dans le Kentucky. De même que les pétroles d'autres gisements, ceux d'Amérique sont accompagnés par des hydrogènes carbonés gazeux et très-inflammables; ils contiennent aussi des matières salines, particulièrement du carbonate de soude et du chlorure de sodium.

L'observation a montré que les puits jaillissants de pétrole ont un débit très-variable; ce débit va généralement en diminuant, quelquefois même très-rapidement. Pour faire bien apprécier le régime de ces puits jaillissants d'une espèce nouvelle, nous allons citer quelques exemples :

Le puits Wanslyke, qui donnait 2.178 hectolitres dans les dix premiers jours, diminua d'une manière graduelle, et au bout d'un mois son débit se trouvait réduit au cinquième.

Foncé à 138 mètres de profondeur, le puits Fertig commença par donner 290 hectolitres en juillet 1861, et à l'automne de 1862 il en rendait encore 247.

Le puits Rynd, dont la profondeur n'est que de 101 mètres, commença, en juillet 1861, par donner 726 hectolitres par jour, et maintenant il n'en rend plus que 363.

2.904 hectolitres ont été fournis, en avril 1862, par le puits Shermann qui, à l'automne de la même année, n'en donne plus que 1.307.

Le puits Maple-Tree, qui donnait d'abord l'énorme quantité de 4.356 hectolitres par jour, a tari presque complétement.

Le puits Porter commença par rejeter aussi 4.356 hectolitres par jour, à la profondeur de 150 mètres; puis son débit diminua successivement jusqu'à 22 hectolitres: dans ces derniers temps on l'a foré jusqu'à la profondeur de 171 mètres, et actuellement il donne 73 hectolitres.

Enfin le puits Philips Frew, ayant en juillet la profondeur de 139 mètres, commença par fournir 784 hectolitres; mais dès le mois d'août il n'en débitait plus que 436, et en décembre il cessait d'être jaillissant. Toutefois, en l'approfondissant jusqu'à 165 mètres,

on a trouvé une nouvelle couche de pétrole jaillissant qui a fourni 436 hectolitres par jour.

En résumé, les puits de Pennsylvanie qui donnent le pétrole jaillissant sont foncés au-dessous du terrain carbonifère et généralement dans le terrain dévonien; ils ont un débit quelquefois très-considérable et qui peut dépasser 4.300 hectolitres par jour; toutefois ce débit diminue presque toujours rapidement et, au bout d'un certain temps, le pétrole cesse même de jaillir. C'est seulement dans quelques puits que le débit s'est maintenu à peu près constant, et il n'a paru augmenter que dans un seul; mais il faut remarquer que les observations ne portent encore que sur la durée d'une année, en sorte que les puits, à débit constant, finiront sans doute par diminuer comme les autres. On a constaté d'ailleurs, qu'à l'aide de pompes, il était facile d'extraire le pétrole du fond des puits forés qui ne sont plus jaillissants.

Les circonstances qui viennent d'être relatées nous montrent que le pétrole peut former dans l'intérieur de la terre des espèces de nappes qui s'infiltrent à travers des roches perméables et qui sont emprisonnées entre des roches imperméables; ces nappes remplissent par suintement le fond des puits à mesure qu'on en extrait le pétrole; et sous ce rapport les puits d'Amérique se comportent comme ceux de Bakou et de la mer Caspienne. Si les puits d'Amérique sont jaillissants, il faut d'ailleurs l'attribuer surtout à ce que le pétrole est, comme d'habitude, accompagné de gaz combustibles qui tendent à se dégager avec une grande force. L'élévation de couches imprégnées de pétrole au-dessus du niveau auquel on fait le sondage peut aussi contribuer à faire jaillir le pétrole; cependant, comme le liquide éjaculé ne se renouvelle pas indéfiniment, on comprend que ces couches ne peuvent être complétement assimilées aux nappes d'eau souterraines qui produisent les puits artésiens; elles doivent même s'épuiser assez rapidement, comme l'indique la décroissance éprouvée dans le débit et dans la hauteur du jet. Le dégagement du gaz, dont la force élastique diminue aussi, contribue également à ralentir l'écoulement. Les sources jaillissantes de pétrole diffèrent donc des sources artésiennes; car, quoiqu'elles puissent résulter d'un phénomène d'hydrostatique, le dégagement de gaz qui les accompagne leur donne plutôt le caractère d'une éruption.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer suffisent pour faire apprécier toute l'importance des gisements de pétrole qui ont été découverts dans l'Amérique du Nord. Bien que leur exploitation soit seulement à son début, et bien qu'elle ait été entravée par la

guerre qui désole l'Amérique, elle a pris de suite de grands développements. Ces pétroles sont déjà répandus dans toutes les parties du monde; ils ont surtout été expédiés en France et en Angleterre. Dans la première moitié de l'année 1862, les trois ports de New-York, Boston et Philadelphie ont exporté à eux seuls 6.121.217 hectolitres, représentant une valeur de 25.327.250 francs. Si nous citons ces chiffres, c'est dans le but d'appeler d'une manière spéciale l'attention des chimistes sur une substance minérale encore peu étudiée, qui se récolte en grande abondance et à très-peu de frais, et qui est susceptible d'une multitude d'applications dans l'industrie.

Volcans.

STROMBOLI. — M. le docteur Stübel a fait observer qu'autrefois le volcan Stromboli a rejeté des laves, notamment celles qui se trouvent sur la côte ouest de l'île; toutefois on ne lui connaît pas d'éruptions de ce genre depuis les temps historisques.

VÉSUVE. — Le 8 décembre 1861 une éruption a commencé à se manifester au Vésuve et tous les faits qui s'y rattachent ont été bien complétement étudiés par MM. Palmieri, Guiscardi, de Tchihatchef et par M. Ch. Sainte-Claire Deville spécialement envoyé sur les lieux par l'Académie des sciences. Après de fréquentes secousses de tremblements de terre, une ligne de fumerolles se montra au-dessus de Torre del Greco et ne tarda pas à se convertir en une large et profonde fissure. Bientôt il en sortit des cendres, des lapilli, ainsi que des fragments de lave incandescente qui étaient projetés jusqu'à 500 de hauteur. Enfin on vit apparaître le courant de lave qui se transformait immédiatement en grosses scories incohérentes; ces dernières étaient riches en pyroxène augite et presque toujours dépourvues d'amphigène. Le Vésuve qui était inactif depuis le 19 décembre 1855 lança en même temps de la fumée et des cendres. Dès le 9 décembre, le phénomène était d'ailleurs dans sa période de décroissance, et l'activité paraissait concentrée à la cime du cône qui était environnée d'un nuage duquel se détachaient des éclairs petits et très-brillants.

Pendant cette éruption, la côte a été soulevée au-dessus du niveau de la mer; son élévation est de 1^{m},12 à Torre del Greco et de 0^{m},30 à Torre di Bassano. Les eaux des puits et des fontaines se sont

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden* 1861; 116.
(2) *Comp. rend.*, 1861; LII, 1231, 1236, 1090.

accrues; des sources nouvelles ont paru au bord de la mer. L'acide carbonique bouillonnait en grande quantité dans toutes les eaux et au fond de la mer dans laquelle il a fait périr un grand nombre de poissons. Il était accompagné d'azote et d'hydrogène carboné dont M. Ch. Sainte-Claire Deville signale tout spécialement l'existence. C'est sans doute à ce gaz qu'il faut attribuer les jets de flamme qui se sont montrés dans les fissures qui traversaient les rues de Torre del Greco. On a constaté d'ailleurs qu'une même fumerolle donnait par moments, tantôt de l'acide sulfureux et tantôt de l'acide chlorhydrique. Quant aux produits sublimés ou entraînés par la vapeur d'eau, ils ne différaient pas de ceux qu'on observe habituellement dans les éruptions du Vésuve.

Thallium dans les émanations volcaniques.— Un corps nouveau, le thallium, doit être ajouté à la liste de ceux que M. Élie de Beaumont a signalés dans les émanations volcaniques; car M. William Crookes a constaté sa présence dans le soufre natif de Lipari. Ce corps existe d'ailleurs dans les pyrites du Hartz qui sont employées à la fabrication de l'acide sulfurique, et M. Lamy l'a également retrouvé dans celles qui sont traitées à Lille dans la fabrique de M. Kuhlmann (1).

Tremblements de terre.

CHILI. — Un violent tremblement de terre a complétement détruit la ville de Mendoza située au Chili de l'autre côté des Andes; 6.000 personnes ont péri dans ce désastre, et un géologue français, Auguste Bravard, doit être compté parmi les victimes. D'après MM. Domeyko et Pissis (2), ce tremblement s'est propagé de E.-N.-E. à O.-S.-O.; contrairement à la règle générale, il a donc traversé la chaîne des Andes et même l'Aconcagua qui est le point culminant de l'hémisphère méridional. Des crevasses ouvertes sur le sol de Mendoza peuvent se suivre sur plus d'une lieue de longueur et présentent la même direction. Il importe d'observer que ce phénomène a été accompagné de déjections d'eaux souterraines.

ANTILLES. — M. Ch. Sainte-Claire-Deville (3) a publié un nouveau travail sur le tremblement de terre dont il a été le témoin occulaire le 8 février 1843 aux Antilles. Il s'attache surtout à établir les rapports qui existent entre la direction des oscillations et

(1) *Rapport du Jury international sur l'Exposition universelle de Londres en* 1862, 254.
(2) *Compt. rend.*, 1861; LII, 1148. Lettres de MM. Domeyko et Pissis à M. E. de Beaumont.
(3) *Bull. de la Soc. géol.*, XVIII, 110.

les reliefs généraux du sol. Les développements qu'il donne sur ce sujet devront être lus dans le mémoire original.

Relations des tremblements de terre avec divers phénomènes. — Plusieurs savants, parmi lesquels on doit surtout citer M. Perrey, ont essayé d'établir des rapports entre les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques et même météorologiques. Une tentative de ce genre vient encore d'être faite par M. le docteur Kluge (1) pour les tremblements de terre qui ont été ressentis de 1850 à 1857.

D'après les statistiques de cet auteur, il y a eu, dans ce laps de temps, 4.620 tremblements de terre, et le plus souvent, on les a signalés sur les côtes ou sur les mers intérieures. Le nombre de ceux qui ont été ressentis dans l'intérieur n'est qu'une proportion insignifiante des premiers. Les bords de la Méditerranée, ceux de la mer Noire, les côtes de l'Amérique du Sud, du golfe du Mexique, les vastes contours de l'océan Pacifique ont été fréquemment éprouvés par ce phénomène. Les îles de la Méditerranée, les groupes d'îles voisins de l'Afrique et de l'Inde, la Nouvelle-Zélande, le Japon, etc., en ont été le théâtre encore plus actif. Parmi les mers intérieures, nous citerons la Baltique, la Caspienne, les lacs Urmia, Wan, Baïkal, Saivan, ceux de l'Amérique du Nord. A l'intérieur des continents, le phénomène se concentre dans les pays de montagnes, même de nature non volcanique, et au voisinage des sources thermales; les contrées qui en ont été tout à fait exemptes sont les plaines du nord de l'Allemagne, les steppes de la Russie méridionale, les Llanos et les Pampas de l'Amérique du Sud, les prairies qui séparent l'Arkansas des montagnes Rocheuses.

Voici les conclusions de M. Kluge en ce qui concerne les rapports des tremblements de terre avec les volcans :

1° Les tremblements de terre se font sentir le plus fréquemment et avec la plus grande intensité dans les pays où il existe des volcans actifs;

2° Les éruptions volcaniques en sont tantôt accompagnées, tantôt tout à fait exemptes (exemple : les éruptions du Mouna Loa);

3° L'origine des éruptions volcaniques paraît être, tantôt à une très-grande profondeur, tantôt à une profondeur très-faible (exemple : le Mouna Loa vomissant des laves le 15 août 1855 à une hauteur de 4.000 mètres, tandis que la lave ne changeait pas de niveau à une hauteur de 1.000 mètres dans le Kilauea, volcan très-voisin);

(1) *Neues Jahrbuch*, von Leonhard und Bronn, 1861. — Supplément.

4° Les éruptions volcaniques préservent dans certains cas les contrées voisines des tremblements de terre, tandis que dans d'autres, elles les y condamnent. On observe du reste une coïncidence entre des éruptions volcaniques et des tremblements de terre très-éloignés.

M. Kluge pense également que les tremblements de terre se rattachent les uns aux autres, et se font en quelque sorte écho d'un point de la terre à l'autre.

Au point de vue météorologique, il constate la coïncidence ordinaire des tremblements de terre avec de fortes pluies, des chaleurs accablantes, ou de violents orages; en cherchant dans le noyau terrestre l'origine des tremblements de terre, il arrive à conclure que la zone où ils prennent naissance doit être à une profondeur relativement assez faible; il en donne comme raison leur petite étendue horizontale, même lorsque le mouvement vertical a le plus de violence. Cette hypothèse n'est pas en désaccord avec les observations citées par M. Kluge pour montrer comment les éruptions et les tremblements de terre se font écho aux plus grandes distances, car il admet que ces phénomènes ont pour origine le noyau igné de la planète: seulement ses agitations se concentrent sur une sorte de périphlégéthon, rapproché de la surface; les mouvements de cette périphérie se traduisent d'ailleurs sur la terre par des oscillations, par des tremblements de terre et par des soulèvements extraordinaires des eaux.

M. Kluge est encore disposé à y rattacher les météores lumineux des contrées polaires, les grandes tempêtes, les courants magnétiques. Il semble croire à une force particulière qui produit les tremblements de terre, comme la chaleur engendre les vents, l'électricité, les orages, sans qu'il soit possible d'affirmer si elle réside dans l'enveloppe aérienne de la planète, ou dans la masse ignée intérieure, dont elle soulève les parties les plus rapprochées de l'écorce terrestre. Une pareille force est d'ailleurs tellement hypothétique que son existence ne nous paraît pas susceptible d'être admise.

SYSTÈMES DE MONTAGNES.

Nous terminerons la première partie de cette revue par un chapitre comprenant les travaux qui ont été faits sur l'orographie, les dislocations de couches et les systèmes de montagnes.

Altitudes. — M. E. de Chancourtois a publié un répertoire d'altitudes ayant pour base les documents qui sont donnés habi-

tuellement par M. Élie de Beaumont dans ses leçons sur le relief du globe. Ces altitudes sont rapportées au niveau moyen de la mer et une colonne spéciale les représente graphiquement; elles comprennent les élévations ainsi que les dépressions; elles se rapportent aux points du globe qui sont les plus remarquables; elles ont d'ailleurs été réunies par groupes géologiques naturels.

APENNINS. — Dans un discours prononcé devant l'Académie Tibérine, M. le professeur Ponzi (1) passe en revue les opinions qui ont été émises par les géologues sur la constitution des Apennins; esquissant à grands traits les principaux éléments qui les constituent, il arrive à cette conclusion, que les Apennins forment un système unique et que les divers aspects sous lesquels ils se présentent doivent être considérés comme les éléments d'un tout. Vu dans son ensemble, ce système se compose de cinq lignes parallèles dirigées du N.-O. au S.-E. dont trois sont plutoniques et deux volcaniques. Les premières sont représentées par la chaîne centrale, tandis que les secondes se maintiennent dans le voisinage du littoral.

CAUCASE, ARMÉNIE, NORD DE LA PERSE. — Les soulèvements et les dislocations qui ont formé les montagnes du Caucase, de l'Arménie et du Nord de la Perse ont été l'objet d'une étude complète de M. Abich (2).

Nous en extrayons le tableau suivant:

(1) *Degli Apennini*, etc. Rome, 1861. Brochure in-8, 31 p. (Extrait par M. E. Collomb.)

(2) *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 1859 (6ᵉ s.), IX, 361.

CAUCASE.	ARMÉNIE.	NORD DE LA PERSE.
	I. *Direction générale de l'Ouest à l'Est.*	
O. 2° 14′ S.	O. 0° 12′ S.	O. 2° 46′ N.
O. 3 6 S.	O. 1 19 S.	O. 3 18 N.
O. 10 51 S.	O. 1 53 S.	O. 3 39 S.
O. 19 13 S.	O. 2 2 S.	O. 3 58 N.
	O. 3 40 S.	O. 4 53 N.
	O. 3 53 S.	O. 5 33 N.
	O. 4 34 S.	O. 6 9 S.
	O. 4 54 S.	O. 7 57 S.
	O. 5 36 S.	O. 11 9 S.
	O. 5 57 N.	
	O. 7 14 S.	
	O. 11 56 S.	
	II. *Direction du Sud-Est au Nord-Ouest.*	
E. 21° 20′ S.	E. 23° 20′ S.	E. 19° 6′ S.
E. 23 19 S.	E. 36 53 S.	E. 31 47 S.
E. 26 20 S.	E. 39 20 S.	E. 33 24 S.
E. 27 42 S.	E. 40 3 S.	E. 36 48 S.
E. 33 28 S.	E. 41 7 E.	E. 39 15 S.
E. 35 23 S.	E. 41 28 E.	E. 44 20 S.
	III. *Direction du Sud-Ouest au Nord-Est.*	
N. 37° 0′ E.	N. 38° 11′ E.	O. 31° 44′ S.
		O. 32 9 S.
		O. 35 25 S.
	IV. *Direction du Nord au Sud.*	
N. 50° 37′ O.	N. 3° 35′ E.	
N. 17 56 E.	N. 3 6 E.	
	N. 5 49 O.	
	N. 12 44 O.	

Les directions les plus caractéristiques dans les pays compris entre la mer Caspienne, la mer Noire et le golfe Persique, sont les directions I et II de la première et de la deuxième catégorie. Elles se coupent sous des angles qui varient d'une région à l'autre; mais qui sont toujours assez petits. La petitesse même de ces angles et la faible importance orographique des directions III et IV dans le Caucase expliquent très-bien les formes allongées de cette chaîne. Sur les plateaux de l'Arménie et du nord de la Perse, les directions III et IV prennent au contraire une importance croissante.

Deux directions se joignent d'ailleurs, comme axes volcaniques au mont Ararat; c'est la direction méridienne de l'Arménie, et l'axe moyen des directions est-ouest.

Contournements et renversements des terrains.

Depuis qu'on a proposé d'expliquer les anomalies paléontologiques des Alpes par des renversements de couches, les géologues se sont occupés d'une manière spéciale de ces phénomènes. Des arrangements de couches très-compliqués et tout à fait extraordinaires ont été signalés par M. Alb. Müller (1) jusque dans le Jura, notamment sur son versant septentrional, dans les cantons de Bâle et d'Argovie. Ainsi, une coupe faite par le Wiesenberg et par Hoselfingen présente des couches inclinées d'environ 30° vers le Sud qui, de haut en bas, se succèdent dans l'ordre suivant : oolite inférieure, lias et keuper, muschelkalk, keuper et lias, tertiaire, corallien et couche de Bradford, oolite inférieure, tertiaire, corallien, oolite inférieure. Cette structure bizarre offre donc plusieurs récurrences d'un même terrain; elle est attribuée par M. Muller à des dislocations qui auraient eu lieu, soit avant, soit après le dépôt du tertiaire moyen.

Les contournements et les renversements se présentent surtout sur une grande échelle dans les Alpes; déjà de Saussure avait signalé à l'attention des géologues les couches qui sont courbées en forme de C, et récemment M. Studer a repris cette question. Parmi les couches en en forme de C, ce géologue comprend aussi celles qui forment un coin et il les distingue en deux classes : 1° les unes tournent la partie convexe du C ou l'arête du coin vers les Alpes, c'est-à-dire pour la plus grande partie de la Suisse vers le Sud; 2° les autres ont au contraire leur ouverture du côté des Alpes, tandis que leur partie convexe regarde le nord.

De Saussure admettait que les courbures de la première classe proviennent d'un renversement produit dans un système de couches, et alors on comprend que les couches extérieures du C doivent être les plus anciennes. C'est par cette hypothèse qu'en 1830 M. Voltz et depuis MM. Favre, Lory, Pillet ont expliqué les anomalies signalées dans les Alpes et en particulier le gisement des nummulites en Maurienne.

M. Studer (2) cite plusieurs exemples analogues en Suisse. Ainsi,

---

(1) *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 1859, 348. — *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1861, XI, 165.

(2) *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1861, XI, 5.

au Mettenberg, où les couches forment coin dans le gneiss, celles qui sont à la partie supérieure consistent en quartzites, dolomies et schistes bigarrés que M. Favre regarde en partie comme triasiques, tandis que la masse principale et intérieure du coin consiste en calcaire oxfordien. Au hameau de Mürren, un lambeau de terrain mummulitique d'une puissance de 100 mètres se trouve enclavé au milieu du terrain jurassique; car ce terrain forme au-dessous de lui les escarpements du Staubach qui ont 800 mètres de hauteur, d'un autre côté, il le domine de 1,300 mètres et il s'élève au-dessus de lui jusqu'au Schilthorn.

Les Alpes donnent aussi des exemples de la deuxième classe de courbure. M. Studer en cite d'abord un au nord du lac de Brienz, et, comme l'on pouvait s'y attendre, les couches extérieures de ce contournement sont les plus récentes; elles appartiennent au flysch et au terrain nummulitique, tandis que les couches intérieures sont les plus anciennes et paraissent appartenir au calcaire à rudistes. De même, dans la haute chaîne, à laquelle appartiennent les Diablerets et la dent de Morclès, le coude de la courbure est tourné vers l'extérieur des Alpes; les couches extérieures sont formées par le terrain nummulitique, et dans l'intérieur du C, on rencontre les terrains crétacés, puis jurassiques (1). Sur le haut de la grande chaîne qu'on traverse par la Gemmi, les couches se maintiennent à peu près horizontales; mais vers le bord du passage, elles fléchissent vers le nord, atteignent d'abord la verticale, puis, par une deuxième courbure, elles plongent vers le midi et vers l'intérieur de la montagne. M. Studer estime que ce C gigantesque se prolonge jusqu'en Savoie et que son étendue ou sa largeur est de 48 kilomètres, tandis que sa corde verticale ou sa hauteur s'élève à 1 kilomètre.

Il faut sans doute chercher dans les refoulements la cause de la plupart des anomalies qui viennent d'être mentionnés; déjà de Saussure avait signalé la puissance de ces refoulements qui ont plus particulièrement fixé l'attention de M. E. de Beaumont, et postérieurement celle de M. Poulett Scrope ainsi que d'autres savants. La force latérale qui les a produits devait être immense et elle s'est propagée de l'axe des Alpes Centrales vers les bords de la chaîne. « Cette force, dit M. Studer, ne paraît pas devoir se rap- « porter directement aux massifs granitiques..... Elle est plutôt due « à l'origine ou à l'élargissement de la crevasse dans la croûte

(1) *Bulletin de la Société vaudoise*, décembre 1859.

« terrestre, par laquelle toute la zone de nos Alpes Centrales, com-
« posée de protogine, de serpentine, de schistes métamorphiques
« de terrain anthracifère, de verrucano et de tout ce qui y tient, a
« été mis à découvert, comme un corps qui sort d'une boutonnière
« en forçant les bords à lui donner passage. »

DEUXIÈME PARTIE.

Propriétés générales des roches.

Nous signalerons d'abord quelques recherches sur les propriétés générales des roches.

Dilatation.

Le coefficient de dilatation linéaire de plusieurs roches a été déterminé pour des températures comprises entre 0° et 100° par MM. Calvert, R. Johnson, G. C. Lowe (1). Ils ont obtenu des résultats très-inégaux suivant l'état physique d'une même roche: ainsi, pour la chaux carbonatée, tandis que le calcaire ordinaire donne 19,6, on a 45 pour la pierre lithographique qui est un calcaire très-compacte et 71,3 pour le marbre. Pour le gypse, les résultats ont varié de 95 à 108,9. Enfin, dans le quartz, la dilatation est de 81,2. Comme terme de comparaison, nous rappellerons d'ailleurs que la dilatation du plomb est représentée par 177,5.

Eau d'imbibition.

Les roches qui sont plongées dans l'eau en absorbent une certaine quantité; M. Delesse (2) s'est proposé de déterminer cette eau d'imbibition. Dans ce but, lorsque les roches étaient lithoïdes elles ont d'abord été immergées: souvent même cette opération était précédée d'un enfouissement pendant quelques jours dans un lieu humide, en sorte qu'elles se trouvaient dans les mêmes conditions que les roches qui sont dans le sein de la terre. Ensuite, leur surface était essuyée et l'on déterminait leur augmentation de poids. Comme cette surface n'était pas polie, il n'était pas toujours possible d'enlever bien complétement l'eau qui la recouvrait, en

---

(1) *Jahresbericht*, von Hermann Kopp und H. Will, 1861; 17.
(2) *Bull. de la Soc. géol.* (2° s.), XIX, 64.

sorte que cette méthode doit nécessairement donner un maximum pour l'eau d'imbibition ; c'est ce qui a lieu notamment pour les granites et en général pour les roches dont la surface est rugueuse.

Lorsque les roches étaient susceptibles de se délayer dans l'eau, comme les argiles, ou bien lorsqu'elles étaient pulvérisées, on a cherché l'augmentation de poids qu'elles éprouvaient en les jetant sur un filtre taré et humide et en les pesant au moment où l'écoulement de l'eau avait cessé. Comme ce moment ne se distingue pas très-facilement, il peut y avoir perte d'eau par l'évaporation ; de plus lorsqu'on opère sur les substances pulvérisées il est bien difficile que leur grain soit absolument le même. Les résultats obtenus sont donc seulement approximatifs.

I. — *Eau imbibant* 100 *parties de la roche sèche* (1).

1.	*Gypse* grenu du Mont-Valérien..	2,20
2.	*Marbre* poli, très-compacte de Boulogne-sur-Mer.	0,08
3.	*Calcaire* grossier formant le banc de roche	3,20
4.	*Calcaire* grossier, dit lambourde, d'Arcueil	10,80
5.	*Calcaire* grossier, dit lambourde, de Nanterre..	21,10
6.	*Craie* à l'état naturel, d'Issy..	24,10
7.	*Marne* liasique du Jura (pulvérisée)	45,00
8.	*Marne* smectique de Libstadt (pulvérisée)	54,00
9.	*Marne* verte, très-argileuse, supérieure au gypse, de Pantin.	81,00
10.	*Marne* smectique, dite pierre à détacher, de Pantin (pulvérisée)	92,00
11.	*Schiste* ardoisier d'Angers	0,19
12.	*Schiste* du terrain houiller	2,85
13.	*Argile* bigarrée de Saint-Georges	40,00
14.	*Kaolin* non lavé de Bavière	41,00
15.	*Argile* diluvienne un peu sableuse de Villejuif	55,00
16.	*Argile* smectique de Roswein	77,00
17.	*Argile* plastique de Vaugirard..	79,00
18.	*Argile* smectique de Nutfield	133,00
19.	*Argile* feuilletée magnésienne du terrain de gypse parisien. .	180,00
20.	*Écume de mer* très-légère, happant fortement à la langue (pulvérisée)	201,00
21.	*Basalte* prismatique de la Haute-Loire.	0,33
22.	*Rétinite* noir du Cantal..	0,20
23.	*Trachyte* celluleux des bains du Mont-Dore.	3,70
24.	*Granite* de Sainte-Marie-aux-Mines	0,06

L'imbibition est très-faible dans les roches très-compactes comme le marbre et le granite. Elle reste inférieure à quelques millièmes dans le schiste ardoisier et dans le basalte. Dès que les roches sont celluleuses comme le trachyte, l'imbibition s'élève à quelques centièmes.

(1) Les expériences sur les calcaires nos 3, 4 et 5 ont été faites avec M. Michelot.

L'état physique d'une substance influe beaucoup sur l'imbibition et c'est surtout bien visible pour le calcaire; car elle est presque nulle pour le marbre et de quelques centièmes seulement pour le banc de roche; mais elle peut dépasser 20 p. 100 dans les lambourdes et elle est encore plus grande dans la craie dans laquelle elle peut dépasser 30 p. 100.

Les argiles, les marnes, les roches qui sont formées de parcelles très-ténues et qui se laissent délayer absorbent toujours beaucoup d'eau d'imbibition. Les résultats sont cependant très-variables; ainsi l'imbibition qui descend à 41 p. 100 dans le kaolin, s'élève à 79 dans l'argile plastique, à 92 dans la marne à détacher de Pantin, à 133 dans l'argile de Reigate, à 180 dans l'argile magnésienne feuilletée. Dans l'écume de mer, qui est une argile magnésienne pure, l'imbibition est même double du poids primitif.

Différentes roches telles que l'anhydrite, le gypse, le marbre, le schiste, la stéatite, le porphyre, le granite, étant pulvérisées et réduites autant que possible en grains de même grosseur n'absorbent pas la même quantité d'eau d'imbibition; par conséquent l'imbibition d'une roche est en relation avec sa composition minéralogique.

En résumé, l'imbibition des différentes substances minérales dépend non-seulement de leur état physique, mais encore de leur composition chimique; elle dépend même de la nature des liquides absorbés. Faible lorsque les substances absorbantes sont compactes, elle augmente lorsqu'elles deviennent poreuses. Elle est surtout très-grande pour celles qui sont formées de parcelles microscopiques et susceptibles de se délayer, comme les argiles, les marnes, la craie, le tripoli.

L'imbibition dépend aussi de la composition chimique des substances. Tandis qu'elle est très-petite pour l'anhydrite, le sable calcaire ou siliceux et pour la stéatite, elle s'élève beaucoup pour les roches qui contiennent de l'acide humique et des argiles, notamment des argiles magnésiennes.

En un mot, l'imbibition est due surtout à la capillarité et aux propriétés physiques des substances, mais elle dépend aussi de leurs propriétés chimiques.

Eau de carrière.

On appelle eau de carrière celle que les roches contiennent lorsqu'elles sont dans l'intérieur de la terre. Dans une série d'expérience, M. Delesse a cherché à la déterminer pour diverses roches. Les échantillons étaient pris au-dessus des nappes souterraines et

toujours à plus de quelques décimètres au-dessous du sol. On les pesait avant qu'ils eussent eu le temps de perdre leur eau hygrométrique, puis on les faisait dessécher et on les pesait de nouveau. Voici un tableau qui donne les principaux résultats obtenus :

H. — *Eau de carrière dans* 100 *parties de la roche sèche.*

1.	*Gypse* du terrain parisien	0,46
2.	*Calcaire* grossier, banc de roche	3,11
3.	*Craie* de la basse masse exploitée à Meudon	23,91
4.	*Calcaire* grossier, banc de lambourde	30,29
5.	*Quartz* hyalin de Semur	0,08
6.	*Silex* compacte de la craie	0,12
7.	*Silex* meulière	1,13
8.	*Sable* quartzeux de l'étage de Fontainebleau	2,73
9.	*Arène* granitique grossière de Semur	7,54
10.	*Marne* verte, très-argileuse, supérieure au gypse	26,45
11.	*Marne* blanche, calcaire, du terrain de gypse de Bagneux	31,96
12.	*Marne* blanche, calcaire, de l'étage du calcaire grossier	19,49
13.	*Argile* diluvienne de Villejuif employée comme terre à briques	21,25
14.	*Argile* plastique noire de Vaugirard	30,21
15.	*Argile* à meulières supérieures, de Meudon	32,41
16.	*Eurite* noire de Chevigny	0,07
17.	*Gneiss* friable et décomposé de Flée	6,09
18.	*Granite* à gros grains de Semur	0,37
19.	*Granite* kaolinisé et devenu plastique	14,21

On voit que l'eau de carrière varie beaucoup avec les différentes roches et qu'elle dépend essentiellement de leur nature. Tandis que certaines roches sont sèches, d'autres qui se trouvent cependant dans les mêmes conditions de gisement, sont au contraire très-humides.

Les roches qui ont le moins d'eau de carrière sont naturellement celles qui sont les plus compactes et en même temps les moins hygroscopiques, comme le quartz hyalin, l'eurite, le granite.

Le gypse appartient aux roches qui sont remarquablement sèches et l'eau peut s'y réduire à quelques millièmes. Lorsqu'il en a davantage, cela tient à ce qu'il est alors plus ou moins mélangé d'argile ou de marne.

Quand il est dur et pierreux, le calcaire est également assez sec ; car le calcaire grossier du banc de roche, qui est cependant très-celluleux, n'a donné que 3 centièmes d'eau de carrière. Toutefois, quand le calcaire est poreux et désagrégé ; quand il est amorphe, pulvérulent et formé de parcelles microscopiques, il peut en contenir plus de 20 centièmes ; c'est notamment ce qui a lieu pour la craie et pour certains bancs de lambourde.

L'argile et la marne prises dans le sein de la terre retiennent toujours beaucoup d'eau de carrière et elles appartiennent essentiellement aux roches humides.

Les roches granitiques, lorsqu'elles sont très-compactes, comme l'eurite de Chevigny, contiennent moins de 1 millième d'eau de carrière; mais lorsqu'elles se désagrégent et surtout lorsqu'elles se kaolinisent, leur proportion d'eau augmente très-rapidement.

Ce sont les roches qui s'imbibent de la plus grande proportion d'eau qui en retiennent aussi le plus dans le sein de la terre: telles sont la craie, les marnes, les argiles. L'eau de carrière de la craie peut d'ailleurs devenir égale à l'eau d'imbibition; cela doit sans doute être attribué à ce que la structure éminemment poreuse de cette roche permet à l'eau souterraine de s'y répandre très-facilement par la capillarité. Quant aux marnes et aux argiles, elles n'ont pas à beaucoup près toute l'eau qu'elles peuvent retenir et elles sont loin d'en être saturées. Ce résultat est facile à concevoir pour les roches très-perméables, comme les sables, parce qu'elles laissent écouler la petite quantité d'eau qui les traverse à mesure qu'elles la reçoivent; mais il est plus extraordinaire pour les roches imperméables ou peu perméables, comme les argiles et les marnes, puisqu'elles supportent elles-mêmes des nappes d'eau quelquefois très-puissantes par lesquelles elles sont constamment humectées. Il est probable que cela tient à leur imperméabilité même et aussi à ce que la pression à laquelle elles sont soumises les rend très-compactes; on comprend, en effet, que l'eau ne puisse les imbiber que difficilement, comme cela aurait lieu, par exemple, pour une éponge fortement comprimée.

Action de l'eau chaude sur les roches.

Les recherches de M. Delesse ont été faites en suspendant pendant quinze jours les roches dans une chaudière à vapeur ou bien dans un cylindre recevant de la vapeur sèche. Dans le premier cas, la température ne dépassait guère 150°; dans le second, elle s'élevait jusqu'à 300°. Des substances minérales variées ont été mises dans la chaudière à vapeur. Le disthène a conservé sa couleur bleue, l'orthose pierre de lune de Ceylan et le labrador gris bleuâtre de Finlande leurs reflets chatoyants, la topaze et l'émeraude leur transparence. Le porphyre et le granite ne se sont pas désagrégés; ils sont restés durs et tenaces; mais le retinite, le perlite, les roches vitreuses en un mot, ont été très-sensiblement altérées à leur surface.

L'expérience a montré que les substances minérales ayant la plus

grande affinité pour l'eau à la température ordinaire peuvent très-bien ne pas se combiner avec sa vapeur. Ainsi, des chaux hydrauliques et des ciments ne se sont pas hydratés sous l'influence de la vapeur sèche ou humide. L'anhydrite a bien donné lieu à quelques aiguilles de gypse qui s'étaient développées sur certains points de sa surface et dans ses fissures; mais la partie transformée en gypse n'était qu'une très-minime fraction du poids primitif; il est très-vraisemblable que l'hydratation avait eu lieu seulement pendant la mise hors feu de la chaudière et lorsque la température était tombée au-dessous de 120° qui est celle à laquelle le gypse perd son eau.

Les minéraux se dissolvent d'une manière très-notable lorsqu'ils sont plongés dans l'eau d'une chaudière à vapeur. C'est bien facile à constater pour le spath fluor, pour la chaux carbonatée, pour la tourmaline, pour le perlite et surtout pour l'amphigène. Un séjour d'une semaine dans la chaudière suffit pour qu'un fragment de ces substances minérales perde plus de 1 p. 100 de son poids. Lorsque le séjour se prolonge, le quartz hyalin lui-même est dissous et l'on remarque à sa surface de petites veines reticulées qui se dessinent en creux et suivant lesquelles il a été corrodé. Du reste, la proportion du minéral qui est dissoute dépend non-seulement de la durée du séjour dans la chaudière, mais encore de la température de l'eau ainsi que de sa composition et enfin de la finesse du grain de l'échantillon essayé.

M. Delesse a encore recherché si l'eau d'imbibition variait pour les roches soumises à un séjour prolongé dans l'eau d'une chaudière à vapeur. Il a opéré en laissant ces roches pendant deux mois dans une chaudière de Romainville qui contenait des eaux fortement chargées de sulfate de chaux :

III. — *Eau imbibant* 100 *parties de la roche sèche.*

1. *Quartz* hyalin de Sémur	0,30
2. *Basalte* de la Haute-Loire	0,33
3. *Retinite* noir du Cantal	5,92
4. *Trachyte* celluleux des bains du mont Dore	8,45
5. *Eurite* noire de Chevigny	0,14
6. *Gneiss* friable et décomposé de Flée	3,84
7. *Granite* à gros grains de Semur	0,50

Toutes les roches qui figurent dans ce tableau se retrouvent dans les deux tableaux qui précèdent (I, II). Or, on voit que l'eau d'imbibition des roches plongées dans la chaudière a généralement éprouvé une augmentation; cette augmentation est à peine sensible pour le granite, mais elle est très-notable pour le retinite et

surtout pour le trachyte. Elle doit être d'autant plus grande que la décomposition de la roche est plus complète. On comprend d'ailleurs que les silicates plongés dans l'eau d'une chaudière tendent à perdre une partie de leurs alcalis pour passer à l'état argileux, et que par suite ils absorbent une proportion plus grande d'imbibition.

Association des minéraux.

M. Breithaupt (1) auquel on doit des études approfondies sur l'association des minéraux signale celle que présentent certains silicates à base de soude. A Ditro, en Transylvanie, il a observé du feldspath (mikroklin), de la sodalite, de la davyne, de la néphéline, un mica astrite, qui sont accompagnés par de la wohlerite, du fer oxydulé et de la pyrite de fer. Ces minéraux à base de soude forment sans doute un filon puissant dans le granite. Ils offrent d'ailleurs des associations analogues en Norwége, en Sibérie, dans le Groenland, à la Somma et même dans une île de la mer Blanche.

Enveloppement des minéraux.

On a souvent trouvé des débris de végétaux dans le sel gemme, dans le gypse, dans la chaux carbonatée et dans les substances minérales facilement solubles; mais on est moins d'accord sur leur existence dans d'autres minéraux. Pour le diamant, par exemple, tandis que Möhler et Brewster n'ont jamais pu y découvrir une structure organisée, Goeppert a cru reconnaître la forme du tissu cellulaire dans les cendres provenant de la combustion d'un diamant; il l'a signalée également dans les taches brunes des diamants noirs. Toutefois la question reste encore indécise.

Quant au quartz, M. J.-G. Bornemann (2) observe qu'il peut très-bien envelopper des végétaux. Déjà Schmid et Schleiden ont démontré en examinant les bois silicifiés qu'ils ne sont pas seulement formés d'opale, mais bien de hornstein et même de quartz cristallisé. En examinant au microscope des cristaux de quartz hyalin provenant de troncs silicifiés du terrain houiller, M. Bornemann a constaté de plus qu'ils enveloppaient des débris dans lesquels la structure des végétaux était encore bien visible.

Analyses des roches.

Les lithologistes doivent à M. Justus Roth (3) un livre très-utile

(1) *Paragenesis der Mineralien. Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861, 293.
(2) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 673.
(3) *Die Gesteins-Analysen in tabellarischer Übersicht und mit kritischen Erläuterungen.* — Berlin, 1861.

qui réunit les analyses des différentes roches. Éparses dans de nombreux mémoires, ces analyses avaient été partiellement collectées dans le manuel de M. Rammelsberg, dans les comptes rendus de MM. Liebig, Hermann Kopp, Will, dans ceux de M. Kenngott, dans le Jahrbuch de Leonhard et Bronn, ainsi que dans quelques autres ouvrages; mais M. J. Roth les a résumées dans leur ensemble en comprenant toutes celles qui avaient été exécutées jusqu'ici. Il en a même ajouté un certain nombre qui sont inédites.

La comparaison de ces analyses de roches qui sont très-nombreuses permet d'apprécier immédiatement combien la chimie a fait faire de progrès à la lithologie ; elle montre aussi quelles sont les lacunes qui lui restent à combler.

Au lieu de classer les roches par ordre alphabétique, M. J. Roth a pensé avec raison qu'il était préférable de les grouper d'après leur constitution minéralogique et chimique. De même que nous l'avons fait nous-mêmes, il s'est particulièrement attaché à leurs feldspaths. Pour chaque espèce, en particulier, il a d'ailleurs suivi autant que possible l'ordre géographique. Dans la première partie de l'ouvrage, M. J. Roth présente diverses considérations qui sont relatives aux roches, et dans la deuxième partie il résume sous forme de tableaux les résultats des analyses.

ROCHES.

Roches carbonées.

Combustibles.

M. Frémy (1) a comparé l'action exercée par divers réactifs sur les combustibles minéraux. La tourbe est caractérisée par la présence de l'acide ulmique et par des fibres ligneuses qu'on peut extraire en l'attaquant avec l'acide nitrique ou bien avec les hypochlorites.

De même que la tourbe, le lignite xyloïde ou bois fossile est en partie soluble dans les alcalis ; il se dissout aussi presque entièrement dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

Le lignite compacte n'est généralement pas attaqué par les dissolutions alcalines; mais il se dissout complétement dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

La houille est au contraire insoluble dans les dissolutions alcalines et dans les hypochlorites. L'anthracite, de même que le graphite, résiste aux réactifs précédents et c'est seulement avec une extrême lenteur qu'il s'attaque par l'acide azotique.

---

(1) *Comp. rend.*, 1861 : LII, 114.

Les expériences de M. Frémy montrent que les combustibles résistent d'une manière très-inégale, soit aux alcalis, soit aux agents d'oxydation; leurs propriétés sous ce rapport sont jusqu'à un certain point en relation avec leur âge; elles dépendent en tout cas de leur richesse en carbone et de leurs caractères minéralogiques.

Relations de la paraffine avec les combustibles qui la fournissent. — La paraffine trouvée d'abord dans les produits goudronneux provenant du bois, s'obtient surtout par la distillation des combustibles minéraux à une température de 335° à 500°.

D'après les recherches de MM. Payen et Billequin (1), le degré de fusibilité de la paraffine varie beaucoup avec la matière de laquelle elle provient; car il est de 42° pour le Boghead de l'Écosse, de 48° pour le pétrole naturel de l'Amérique du Nord, de 49° pour le schiste bitumineux d'Autun, de 49°,5 pour la tourbe, de 51° pour le bitume de Rangoon, de 57° pour l'ozokérite de la mer Caspienne.

Les différences dans la fusibilité de la paraffine peuvent tenir aux procédés mis en usage pour l'extraire; mais lorsque le procédé est le même, comme dans les expériences qui viennent d'être citées, il faut les attribuer, soit à des impuretés, soit à des états isomériques dépendant des matières premières qui l'ont fournie. En tout cas, le gisement des matières qui servent à extraire la paraffine a certainement une grande influence sur sa fusibilité, et nous ferons observer à ce sujet que c'est de la roche la plus ancienne, le Boghead, que provient celle qui est la plus fusible.

Les combustibles de même âge donnent cependant des quantités de paraffine très-différentes; ainsi tandis que les houilles en fournissent si peu qu'il n'y a généralement pas avantage à l'extraire, le cannel coal en donne au contraire beaucoup. Le cannel coal est du reste une houille dont les caractères minéralogiques sont exceptionnels.

Parmi les roches desquelles on extrait avec le plus d'avantage la paraffine et les hydrocarbures qui l'accompagnent, nous citerons les schistes bitumineux des environs d'Autun, ceux de Vouvant dans la Vendée, le Boghead, le pétrole d'Amérique.

Lignite.

Dans une exploration de l'isthme de Panama, M. John Evans a trouvé à Chiriqui, dans la Nouvelle-Grenade, un lignite tertiaire dont les caractères sont remarquables en ce qu'ils rappellent en-

(1) *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Ch. Laboulaye, directeur. Juin 1862, 21.

tièrement la houille. Il donne cependant une poudre brune; et voici d'ailleurs sa composition d'après M. C. T. Jackson (1) :

C	H	O	Az	S	Cendres.	Somme.
68,018	6,480	17,858	0,855	0,189	6,600	100,00

Ce combustible, qui est de bonne qualité, a une densité égale à 1,316; il présente six couches dont l'épaisseur totale dépasse 22 mètres et qui sont réparties sur moins de 10 mètres. Des coquilles marines qui lui sont associées permettent de préciser son âge; d'après M. J. Marcou qui les a déterminées, il appartient au tertiaire éocène et à l'étage du calcaire grossier.

Sur l'Orégon et à Washington, on trouve également des lignites de cet âge, mais ils sont beaucoup plus secs.

M. Tamnau (2) a observé que dans les lignites on rencontre quelquefois les deux espèces de bisulfure de fer, la marcassite et la pyrite de fer cubique. L'une et l'autre peuvent être en très-beaux cristaux et en proportions égales; de plus elles paraissent s'être formées en même temps. Les conditions qui ont déterminé le développement de l'une ou de l'autre nous sont donc encore inconnues.

Houille.

La présence du zinc dans la houille a été constatée par M. Bernoulli (3). Elle se révèle par les fumées blanches qui recouvrent les couvercles des fourneaux au coke. La houille d'Eschweiler contient seulement 0,0048 de zinc p. 100 ; mais il y en a 0,0593 dans le menu très-fin et même 0,1764 dans les parties argileuses séparées par le lavage.

MOSELLE. — La houille de Carling (Moselle), qui se trouve sur le prolongement du bassin houiller de Sarrebruck, a été atteinte par la compagnie Pougnet sur six couches exploitables (4).

D'après des renseignements qui nous ont été communiqués à la mine par M. Lévy son directeur, cette houille se classe parmi celles qu'on nomme sèches à longue flamme; elle se rapproche des couches supérieures exploitées à Louisenthal, mais ses allures sont peu régulières.

Sa proportion de cendres est en moyenne 4,89 pour le menu, et seulement 2,07 pour le gros; elle est donc très-faible, et si la qua-

(1) *Comp. rend.*, 1861; LII, 69.
(2) *Zeitschrift d. deut. Geologischen Gesellschaft*, XIII, 356.
(3) *Zeitschrift d. deut. geologischen Gesellschaft*, XIII, 359.
(4) Notes prises par M. Delesse.

lité des échantillons essayés se maintient, ce qui toutefois ne paraît pas très-probable, elle serait inférieure à celle des houilles de Sarrebruck qui s'élève souvent jusqu'à 15 p. 100. Le rendement en coke varie de 57 à 61 p. 100. En traitant cette houille à l'usine de Metz pour en fabriquer du gaz, on a obtenu 42 p. 100 d'un coke friable, peu dense, et 296 litres de gaz par kilogramme de houille.

OURAL. — La houille de Nikita-Langenskoi dans l'Oural a été analysée par M. W. Stein (1). En déduisant l'eau, les cendres et la pyrite, elle présente la composition suivante :

C	H	O	Az	Somme.
82,52	5,52	11,96	traces.	100,00

Cette houille est noire, à structure parallélipipédique ou schistoïde. Elle brûle avec longue flamme et vaporise huit fois son poids d'eau. Son coke est solide et à petites cellules. Elle est d'ailleurs assez fortement pyriteuse.

CALIFORNIE. — Les mines de houille du district du Mont-Diablo dans le comté Contra-Costa en Californie, ont été explorées par M. A. Remond (2). M. Heusch a fait une analyse de cette même houille du Mont-Diablo (I) et d'un cannel coal du Derbyshire (II).

	I.	II.
Carbone	50	48,00
Matières volatiles	46	47,36
Cendres	4	4,64

D'après sa composition, le combustible du Mont-Diablo doit être considéré comme une véritable houille et il est même plus riche en carbone fixe que le cannel coal ; cependant, MM. Whitney et Rémond pensent qu'il appartient au terrain tertiaire. On doit donc admettre, avec le professeur Ansted et avec d'autres géologues, que la houille ne se trouve pas seulement dans le terrain houiller, mais qu'elle s'est formée chaque fois que les couches de végétaux accumulés se trouvaient dans des conditions de gisement convenables. Si le combustible du Mont-Diablo n'est pas resté à l'état de lignite, cela tient sans doute à ce qu'il a été soulevé et métamorphosé par les phénomènes éruptifs qui ont produit le Mont-Diablo lui-même.

---

(1) R. Ludwig. *Geogenische und geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 240.

(2) *Report of an exploration and Survey of the coal mines mount Diablo district*, — San Francisco, 1861.

Graphite.

Depuis que le graphite (1) est devenu rare dans plusieurs gisements où il s'exploitait jusqu'ici, on l'a retrouvé dans un grand nombre de pays qui fourniront amplement à la consommation. L'exposition montrait, en effet, du graphite de très-belle qualité qui provenait de presque toutes les parties du monde ;

En Autriche, par exemple, il en existe à Brunn, à Teubitz, à Raab (basse Autriche), à Mugrau et à Schwazbach en Bohême, ainsi qu'en Styrie dans les domaines du prince Schwartzenberg ;

En Afrique dans la colonie de Natal ;

A Katnapoora, dans l'île de Ceylan dans laquelle il est d'ailleurs connu depuis longtemps ;

Dans la Nouvelle-Zélande, à Pakawan dans la baie du Massacre ;

Au Canada, à Lochaber, et à la pointe du Chêne dans le comté d'Argenteuil. Il y a aussi du graphite sur la côte de la Colombie Britannique. Mais c'est surtout en Russie, dans la Sibérie orientale, qu'un Français, M. Alibert, a trouvé du graphite qui est doux, tendre, très-pur et en quantité inépuisable. Ce dernier gisement paraît avoir une très-grande importance.

Schistes bitumineux.

Il existe à Buxières-la-Grue, dans le département de l'Allier, des schistes bitumineux qui donnent à la distillation des huiles, du goudron, de la paraffine et diverses matières susceptibles d'applications dans l'industrie.

M. Desblef, M. Hamet (2), et plus récemment M. Dorlhac (3) se sont occupés de leur étude. Ces schistes sont très-feuilletés, à cassure mate et d'une couleur grisâtre ou noirâtre. Chauffés à l'air, ils brûlent avec flamme. Les empreintes de plantes y sont très-nombreuses ainsi que les débris de poissons hétérocerques qui paraissent se rapporter aux amblypterus. Soumis à la distillation, ces schistes rendent en moyenne 5,2 à 5,7 d'huile brute ; quelques-uns en donnent 6 et même 7 p. 100. Les couches bitumineuses sont au nombre de huit, mais assez minces ; car l'épaisseur totale du terrain reste inférieure à 6 mètres. Le rapport du schiste bitumineux au terrain à abattre s'élève d'ailleurs à 1/3 ou même à 1/2 ; et comme l'exploitation se fait à ciel ouvert on comprend qu'elle se trouve dans de bonnes conditions. Les schistes dans lesquels il y a le plus d'écailles de poissons sont ceux qui contiennent la plus

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, V, 1re et 3e livraison.
(3) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, VI, 355.

grande proportion d'huiles légères. M. Dorlhac observe qu'il est assez difficile de se prononcer, quant à présent, sur l'âge de ces schistes bitumineux : car ils ont une ressemblance frappante avec ceux d'Autun, et ils sont supérieurs au terrain houiller auquel on serait tenté de les réunir; mais, d'un autre côté, des grès qui se trouvent à leur base paraissent les rapprocher des schistes bitumineux d'Oschatz que M. le professeur C. Naumann (1) considère comme permiens.

Schiste graphiteux.

Un schiste graphiteux d'Elbingerode a été analysé par M. C. Franke dans le laboratoire de M. Streng (2) :

SiO^2	Al^2O^3	FeO	CaO	MgO	KO	HO	C	Somme.
88,32	5,87	1,94	0,63	0,15	1,73	0,95	3,08	102,67

C'est un schiste très-siliceux qui contient très-peu d'eau et environ 3 p. 100 de carbone à l'état de graphite.

Ambrite.

M. de Hochstetter (3) a rapporté de la Nouvelle-Zélande une résine fossile qui a reçu le nom d'ambrite à cause de son analogie avec le succin. Elle a été examinée par M. R. Maly dans le laboratoire de M. Redtenbacher. Sa couleur est gris jaunâtre foncé; sa cassure est amorphe et conchoïde. D = 1,034, dureté = 2. Elle est fortement électrique et brûle avec une flamme fuligineuse. Elle est presque insoluble dans l'alcool, l'essence de térébenthine, l'alcali caustique et les acides étendus; mais l'acide nitrique concentré la décompose au bout d'une ébullition de plusieurs heures.

C	H	O	Cendres.	Somme.
76,65	10,38	12,78	0,19	100,00

La formule qui la représente est $C^{22}H^{26}O^{4}$, tandis que celle du succin est $C^{10}H^{8}O$.

L'ambrite se trouve, d'après M. de Hochstetter, dans les lignites tertiaires à Drury, et à Hunua dans la province Auckland. On la rencontre souvent en morceaux de la grosseur de la tête et on la vend sous le même nom qu'une résine produite actuellement par le Kauri (Dammara australis) de la Nouvelle-Zélande. Cette dernière est l'objet d'un commerce assez important et elle se récolte dans la province Auckland, soit sur l'emplacement d'anciennes

(1) Naumann. *Lehrbuch der Geognosie*, 2e édition, II, 640.
(2) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861 ; 285.
(3) *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, XII, 4.

forêts, soit dans les forêts actuelles. La ressemblance de l'ambrite avec une résine, encore secrétée maintenant, est assurément très-remarquable ; car si elle ne suffit pas pour établir que le Dammara australis existait déjà dans la Nouvelle-Zélande à l'époque tertiaire, elle nous indique en tous cas que l'ambrite et les résines fossiles se sont formées absolument comme à l'époque actuelle. Ces résines échappent à la fermentation et leur résistance à l'action des dissolvants, basiques ou acides, explique d'ailleurs très-bien comment elles peuvent se conserver sans grande altération dans le sein de la terre.

Guano.

On sait que l'existence de carapaces siliceuses d'infusoires ou de diatomées a été signalée dans le guano; partant de ce fait, MM. Janisch (1) et A. Edwards (2) ont proposé de s'en servir pour caractériser et même pour reconnaître le guano provenant de différentes localités. Le procédé qu'ils emploient pour mettre les carapaces siliceuses en évidence consiste à détruire la matière organique en l'oxydant par l'acide nitrique et par le chlorate de potasse. Mais ce procédé a l'inconvénient d'être très-long et même dangereux à cause des explosions ; aussi M. Gerstenberger (3) en a-t-il indiqué un autre. On sait que le guano est essentiellement formé par des phosphates et urates de chaux, ainsi que par des sels ammoniacaux, mélangés de sable et de débris non décomposés qui ont été mangés par les oiseaux et qui proviennent d'animaux et de plantes; c'est à ces derniers qu'appartiennent les carapaces siliceuses des diatomées. On peut donc calciner les guanos jusqu'à une bonne température rouge dans un creuset de platine ; les sels organiques sont alors détruits et on obtient une cendre composée de carbonates dans laquelle les carapaces sont bien conservées. On traite ensuite ce résidu par de l'eau régale à laquelle on ajoute même un peu de chlorate de potasse et on le chauffe pendant quelques secondes ; après cette opération les carapaces siliceuses sont devenues complétement blanches et il est facile de les étudier sous le microscope.

PATAGONIE. — M. Malaguti (4) a analysé divers engrais provenant de la Patagonie et qui sont désignés sous les noms de guanos

---

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden* 1861; 111.

(2) *Abhandlungen der Schlesischen Gesellsch.*, 1861. — *Naturwissenschaften*, II.

(3) *Londoner mikroskop.* Journal, VII.

(4) *Compt. rend.*, septembre 1861, Barreswill. — *Répertoire de chimie appliquée*, 1861; 370, 399.

de Shag, de Lion, de Pingouin ou de Carrière. Tous ces guanos sont tirés d'un groupe de petites îles situé entre la pointe Sea-Bear-Bay et le port Désiré, par 48° latitude australe et 62° de longitude occidentale.

Le guano de Shag provient d'une île peuplée exclusivement de cormorans que les marins, au cap Horn, appellent Shag.

Les trois autres guanos de Lion, de Pingouin et de Carrière, sont tirés d'une île fréquentée par des phoques et par une telle multitude de pingouins, que l'île même en a pris le nom.

M. Malaguti résume ainsi son travail :

1° Le guano de Shag, formé d'excréments et de débris de cormorans se distingue par sa richesse en azote, qui est presque aussi grande que celle des bons guanos du Pérou ;

2° Le guano de Lion de mer est un amas de débris d'amphibies et notamment de phoques ; il est remarquable par ses cristaux de struvite et par des pseudomorphoses de chaux phosphatée qui paraissent avoir remplacé du gypse.

3° Ce qui caractérise le guano de Pingouin, c'est de contenir non-seulement de la struvite, mais encore des nodules d'une argile phosphatée formant un silico-phosphate d'alumine qui est moins soluble dans les acides après calcination qu'avant et qui contient 32 p. 100 d'acide phosphorique.

4° Le guano de Carrière paraît être du guano de pingouin très-ancien, qui aurait été modifié par l'action des siècles. La struvite y est remplacée par de grandes pyramides à base rectangulaire de phosphate ammoniaco-magnésien provenant du prisme rhomboïdal droit de la struvite.

Eaux.

Ainsi que l'a fait observer M. le professeur C. Fr. Naumann, l'eau qui est un des principaux agents de notre globe doit en même temps être étudiée comme roche. Elle peut d'ailleurs être à l'état solide, liquide ou même gazeux.

Neige. — Quand elle est à l'état solide, l'étude de ses formes cristallines a déjà occupé un grand nombre d'observateurs, parmi lesquels on peut citer Wallerius (1751) et Schumacher. MM. Geinitz et Franke viennent encore de faire des recherches sur ce sujet. En examinant plus d'une centaine de formes distinctes affectées par la neige, M. Geinitz (1) a vérifié qu'elles se rapportaient au

(1) *Denkschriften der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresde*, 1860, 20.

système rhomboédrique; et d'après le système de notation de M. le professeur Naumann, elles se laissent représenter ainsi : ∞P, $\infty P2$, ∞Pn, $\frac{\infty P}{2}$, $\frac{\infty P2}{2}$, et la base oP. Cependant, quelques formes exceptionnelles, identiques à celles dessinées déjà par Wallerius ou Schumacher, ne peuvent pas s'expliquer dans le système du rhomboèdre; elles paraissent au contraire dériver du système quadratique ou du prisme à base carré. Comme l'observe M. Geinitz, il semblerait donc que la neige est dimorphe; elle offre deux formes cristallines distinctes qui dépendent sans doute de la température et des conditions dans lesquelles elle prend naissance.

Eaux douces.

PASSY. — L'eau jaillissante du puits artésien de Passy a été décrite par M. J. Dumas (1) et présente les mêmes propriétés que celle de Grenelle. Comme cette dernière, elle exhale une odeur très-légèrement sulfureuse; mais elle entraîne seulement 0,0033 de sable et d'argile. Sa température est de 27°,4 et M. Belgrand (2) a trouvé 9°,74 pour son degré hydrotimétrique. M. J. Lefort, qui a fait une analyse des gaz qu'elle tient en dissolution, a trouvé que cette eau est très-pauvre en oxygène et que par son volume d'azote, elle se rapproche beaucoup des eaux minérales sulfureuses. D'un autre côté, il a pu constater qu'elle reprend rapidement de l'oxygène, dès qu'on l'agite à l'air, et alors elle perd une proportion à peu près correspondante de gaz azote. C'est ce qu'il est facile d'apprécier en comparant les gaz dissous dans un litre (I) tel qu'il sort du puits et après qu'il a été agité à l'air pendant dix heures (II).

	I.	II.
Acide carbonique libre et combiné	33,84	34,55
Azote	20,00	15,55
Oxygène	1,92	9,17
	55,76	59,27

MM. Poggiale et Lambert (3) ont fait une analyse complète de cette eau du puits artésien de Passy; ils ont trouvé pour 1 litre puisé le 12 février 1862, 7 centimètres cubes d'acide carbonique libre et 17 d'azote. Voici d'ailleurs sa composition :

CaO,CO^2	MgO,CO^2	KO,CO^2	FeO,CO^2	NaO,SO^3	NaCl	SiO^3	Al^2O^3
0g,064	0,024	0,012	0,001	0,015	0,019	0,010	0,001

HS et sulfure alcalin.	Matières organiques, Mn, I, perte.	Somme.
0,006	0,044	0g,141

(1) Dumas. *Comptes rendus*, 1861; LIII, 571.
(2) *Annuaire de la Société météorologique*, 1861; IX, 183.
(3) *Comptes rendus*, 1862.

Comme l'eau de Grenelle, celle de Passy est très-pure, et ne contient presque pas d'oxygène ; de plus, elle renferme moins de sels calcaires et magnésiens que les bonnes eaux potables. Cependant sa forte saveur, l'absence d'air, la faible quantité d'acide carbonique et de carbonate calcaire ainsi que son alcalinité, donneraient lieu à des inconvénients si elle était employée comme boisson.

Eaux salées.

NORWÉGE. — Dans la province Romeriget, à l'est de Christiania, il existe des sources faiblement salées qui, d'après M. Th. Kjerulf (1), proviennent simplement de l'infiltration des eaux pluviales à travers des couches argileuses et postpliocènes d'origine marine. L'analyse d'une de ces eaux salées prise à Eidsvold a été faite par M. Lindgaard et elle a donné :

Cl	SO^3	NaO	KO	MgO	CaO	SiO^2	Somme.
0,500	0,090	0,350	0,003	0,027	0,103	0,003	1,076

LAC OURMIA. — L'un des lacs salés les plus remarquables est le lac Ourmia, qui était déjà connu de Strabon, et qui a été visité, dans ces derniers temps, par MM. M. Wagner (2), Kennet Loftus (3), Abich (4). Bien que la salure de ce lac soit trop grande pour y permettre l'existence de poissons ou de mollusques, on y observe de nombreux crustacés : ce fait est assez intéressant à signaler si l'on remarque que ce sont surtout des crustacés, les trilobites, qui ont peuplé les mers les plus anciennes de notre globe. La densité des eaux du lac Ourmia est 1,175 et le résidu salin qu'elles abandonnent est en moyenne de 22,07 p. 100. M. Abich a analysé ces eaux et nous donnons, d'après lui, leur composition (I) ainsi que celle du résidu salin qu'elles laissent par évaporation (II) :

	$NaCl^2$	$MgCl^2$	CaO,SO^3	MgO,SO^3	$CaCl^2$	HO	Somme.
I.	19,01	1,52	0,07	1,33	0,14	77,93	100,00
II.	86,37	6,94	0,34	6,08	0,27	»	100,00

A ce sujet, M. Abich observe que le sel gemme peut être originaire ou bien au contraire de formation secondaire ; dans le premier cas, il pense qu'il doit contenir du chlorure de calcium et de magnesium et pas de sulfates ; dans le second, au contraire, on n'y

(1) *Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation*, 1860 ; 32.
(2) *Reise nach Persien*, II, 128, 166.
(3) *Quarterly Journal of the Geological Society*, 1855 ; 306.
(4) *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 22, 38.

trouve pas de chlorure de calcium, mais des sulfates avec du chlorure de magnésium et quelquefois aussi du sel de Glauber. D'après ces considérations et d'après l'analyse précédente, l'eau du lac Ourmia paraît donc provenir de la dissolution d'un sel gemme qui aurait été souillé par du chlorure de magnesium et par du sulfate de magnésie. Elle résulte vraisemblablement du lavage de masses de sel qui sont situées dans le voisinage du lac ou qui constituent son fond. Des cours d'eau plus ou moins chargés de sel se rendent d'ailleurs dans le lac Ourmia.

GUSGUNDAG. — Au pied du Güsgündag en Arménie, il existe encore des lacs salés qui fournissent même du natron. Dans l'un d'eux, les eaux qui présentent une couleur rouge ont été analysées par M. Abich (1); comme on peut le voir, elles sont extrêmement riches en principes salins, surtout en chlorure de sodium.

NaCl	NaO,SO^3	NaO,CO^2	HO	Somme.
30,68	7,99	4,31	67,02	100,00

Ces eaux sont recouvertes par des croûtes salines sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Eaux minérales sulfatées sodiques.

La composition chimique des eaux minérales de Plombières a été déterminée par MM. Jutier et Lefort. Ces eaux sont thermales et très-légèrement amères, d'autant plus qu'elles sont plus chaudes. Elles ont une densité qui oscille entre 1,0002 et 1,0006. Leur degré hydrotimétrique varie de 2° à 4° et par conséquent il est très-faible. Parmi les gaz qui se dégagent spontanément elles contiennent très-peu d'acide carbonique qui est en moyenne de 1,22 p. 100; mais elles ont beaucoup d'azote et de l'oxygène. La proportion de ce dernier gaz augmente rapidement à mesure que la température de la source décroît; celle de l'azote diminue au contraire dans les mêmes circonstances. Quant à l'oxygène et à l'azote dissous, ils dépendent également de la température de la source; et plus cette température s'abaisse, plus leur rapport est voisin de celui qu'ils ont dans les sources non minérales. Nous signalerons la lithine parmi les substances qu'il est remarquable de rencontrer dans les eaux de Plombières; sa présence s'explique d'ailleurs facilement, car M. Delesse a reconnu qu'elle existe non-seulement dans la minette qui se trouve en filons dans le granite, mais encore dans le mica brun tombac du granite des Vosges.

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6ᵉ s.), IX, 42.

MM. Jutier et Lefort (1) ont recherché si pour les eaux de Plombières, il existe une relation entre la quantité de substances minérales dissoutes et la température des eaux à leur point d'émergence. Ils sont arrivés à cette loi que la minéralisation des eaux est d'autant plus grande que leur température est plus élevée et qu'elle est même proportionnelle à leur température. Voici comme exemple, la composition d'un litre de la source Vauquelin (I) et de l'une des sources dites savonneuses (II).

	O (c. cub.)	Az (c. cub.)	CO^2	SO^3	SiO^2	ClH	KO	NaO	AzH^3
I.	2,72	12,60	0,04557	0,07646	0,09854	0,00652	0,00871	0,12584	traces.
II.	4,75	12,24	0,04154	0,02641	0,04108	0,00407	traces.	0,04316	traces.

	CaO	Fe^2O^3, FlH, As^2O^5	Matières organiques.	MgO	Somme.
I.	0,01034	traces.	»	traces.	0,37198
II.	0,01749	traces.	»	0,00310	0,17685

On peut observer que les eaux de Plombières contiennent, relativement à leurs autres substances élémentaires, beaucoup d'acide sulfurique, de silice, et de soude, tandis qu'elles ont assez peu d'acide carbonique ; d'après cela MM. Jutier et Lefort pensent que le sulfate et le silicate de soude doivent être leurs sels dominants : ce sont donc des eaux sulfatées et silicatées sodiques. Elles ont dû se former, au moins en partie, par l'action de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique qui ont attaqué à une température élevée les roches granitiques au milieu desquelles elles émergent.

Eaux minérales ferrugineuses et carbonatées.

A Plombières, de même qu'à Luxeuil et dans plusieurs autres localités, il existe au voisinage des sources thermales des sources ferrugineuses froides. Ces dernières proviennent de griffons horizontaux. Au moment où elles jaillissent du sol, elles sont limpides et incolores ; mais elles ne tardent pas à abandonner presque tout leur oxyde de fer qui se dépose sous la forme de conferves microscopiques. Cette eau ferrugineuse froide a une densité de 1,0004. Elle ne donne pas de dégagements de gaz spontanés. MM. Jutier et Lefort ont trouvé pour la composition d'un litre :

O (cent. cub.)	Az (cent. cub.)	CO^2	SO^3	ClH	SiO^2	PO^5, IH, AsO^5	NaO	KO, AzH^3
2,22	16,31	0,04359	0,00570	0,00258	0,0106	traces.	0,00731	traces.

CaO	Al^2O^3	Fe^2O^3	MnO	Acide crénique.	Somme.
0,00622	0,00116	0,00754	traces.	»	0^{gr},08410

(1) *Etudes sur les eaux minérales et thermales de Plombières*, 140. — Paris.

La prédominance de l'acide carbonique paraît indiquer que cet acide forme des bicarbonates et que la silice est à l'état libre; en sorte que MM. Jutier et Lefort classent cette eau parmi les minérales ferrugineuses bicarbonatées.

Eaux minérales arsenicales.

Dans la régence de Tunis, à Bou-Chater, l'ancienne Utique, il existe une source thermale qui a été retrouvée par M. Guyon (1). D'après une analyse faite au laboratoire de M. Ludovic Ville à Alger, 1 litre de cette eau contient $0^g,106$ d'acide arsénique qui paraît être à l'état d'arséniate de soude et de potasse. On avait déjà signalé un peu d'arsenic dans diverses eaux minérales; ainsi, il y en a des traces dans celles de Plombières, quelques milligrammes dans celles de Hammam-Meskoutin, et même des centigrammes dans celles des Pyrénées; mais jusqu'à présent on n'en connaissait pas une aussi forte proportion. Ce résultat est important à constater, car il explique les intoxications qui depuis l'antiquité ont été produites par la source de Bou-Chater; de plus il permet de concevoir facilement comment des gîtes métallifères riches en minéraux arseniés peuvent avoir été formés par des sources minérales.

Roches salines.

Sel.

Dans un voyage d'exploration au Paraguay, M. Du Graty (2) a recueilli du sel qui forme des efflorescences et même des dépôts sur les rives du fleuve Paraguay. L'analyse d'un échantillon provenant du dépôt salin de Lambaré a donné à M. Parody :

NaCl	MgCl	SO^3,MgO	SO^3,CaO	Matières organiques, silice et perte.	Somme.
91,309	2,949	0,900	4,230	0,522	100,00

Ces dépôts salins s'observent à Lambaré, au fort Olympo, notamment à l'endroit nommé Salinas et aussi sur les bords des rivières Peribebi et Negro. Ils seraient d'ailleurs assez abondants pour fournir à la consommation du Paraguay. Leur origine doit visiblement être attribuée à des terrains salifères et gypseux qui avoisinent le fleuve; pendant les crues, ces terrains sont sans doute lavés ou recouverts par ses eaux; et à l'étiage, lorsque les lacs et les marais qu'elles forment sur les rives du fleuve Paraguay viennent à se dessécher, elles laissent déposer le sel qu'elles ont dissous.

(1) *Compt. rend.*, 1861; LIII, 46.
(2) *La République du Paraguay*, 385.

Makite.

M. Abich (1) a désigné sous le nom de Makite un sel qui forme une croûte à la partie supérieure des lacs de natron de Maku, dans le Güsgündag, en Arménie. Ce sel présente une structure feuilletée zonaire et rayonnée; son éclat est nacré et sa couleur rappelle celle du manganèse carbonaté. A sa surface, il se couvre d'une petite couche farineuse qui résulte de ce qu'il absorbe une petite quantité d'eau de l'atmosphère.

Sulfate de soude	78,44
Sesquicarbonate de soude	17,74
Chlorure de sodium	0,58
Chlorure de potassium	0,46
Sulfate de magnésie avec traces de manganèse	0,74
Eau et matières organiques	1,39
Somme	99,35

Le rapport du sulfate au sesquicarbonate de soude est de 1 à 5; ce qui donne pour la formule du makite $2NaO, 3CO^2 + 5\,(NaO, SO^3)$. C'est une combinaison analogue à celle que nous offrent la thénardite, la glaubérite, la martinsite.

Le makite qui a été analysé provient du lac de natron rouge duquel nous avons déjà parlé (2). D'après M. Abich, ce lac, qui a environ 1.500 mètres de circonférence, occupe une dépression dans la lave au pied sud-ouest du petit Ararat. Ses bords noirs et escarpés contrastent avec la couleur blanche du sel qui les couvre. A mesure que la croûte saline cristallise, elle tend d'ailleurs à gagner le fond du lac où elle s'accumule sur les couches dejà tombées. Une matière brun rouge colore la partie inférieure de la croûte saline ainsi que l'eau du lac. Cette matière contient du carbone et devient gris noirâtre par la chaleur; examinée sous le microscope elle offre d'ailleurs une structure organisée: elle est vraisemblablement formée par des animalcules comme ceux qui ont été observés dans le sel rouge ou comme les petites monades qui pullulent dans les marais salants auxquels elles donnent également la couleur rouge.

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 39.
(2) *Revue de géologie* pour l'année 1861.

Roches calcaires.

Chaux phosphatée.

Parmi les échantillons très-remarquables, envoyés par la Commission géologique du Canada, l'Exposition de Londres présentait de la chaux phosphatée cristalline ayant une belle couleur vert bleuâtre. Ce minéral forme une couche qui, à North Elmsley, offre plus de 3 mètres d'épaisseur. Sa structure est d'ailleurs granitoïde et il contient du quartz avec de grandes lamelles de mica noirâtre.

Sur divers points des départements de l'Isère, de la Drôme, de la Savoie, M. Lory (1) a constaté dans le gault l'existence de la chaux phosphatée qu'on connaît au même niveau dans le Nord-Est de la France et en Angleterre. Cette substance minérale a l'aspect d'un grès grossier qui est formé d'un mélange de chaux phosphatée et de sable, cimenté par de la chaux carbonatée. Souvent elle s'est moulée à l'intérieur des coquilles.

Calcaire avec chaux phosphatée.

Le calcaire contient fréquemment des proportions très-notables de chaux phosphatée; d'après MM. Deherain et Leroy-Descloages (2), voici les proportions contenues dans quelques variétés qui sont spécialement recherchées pour l'agriculture :

Tuf calcaire d'Ouillie..	2,600
Marne de Beaufort (Calvados)..	3,131
Calcaire du département de la Manche.	2,714
Tangue du département de la Manche.	3,677

On sait que la chaux phosphatée se retrouve en petite quantité dans presque toutes les roches, même dans celles qui sont éruptives et d'origine ignée. Comme elle est nécessaire à l'organisation des animaux aussi bien que des végétaux, sa grande diffusion dans la nature est du reste très-facile à comprendre.

Gypse.

La bonne qualité du gypse de Paris a quelquefois été attribuée à ce qu'il renferme du carbonate de chaux mélangé; mais des essais faits par M. Delesse (3) lui ont montré que le carbonate

(1) *Bulletin de la Société de statistique, des sciences naturelles et des arts industriels du département de l'Isère* [2], IV; 1858 à 1860.
(2) Bareswill. *Répertoire de chimie appliquée*, 1861; 162.
(3) *Compt. rend.*, 1861; LII, 914.

est en proportion variable dans les bancs les plus renommés. Tandis qu'il y en a très-peu dans le meilleur gypse à Romainville, il y en a au contraire beaucoup dans les mêmes bancs à Montmartre. Indépendamment du carbonate de chaux, le gypse du bassin de Paris contient aussi des carbonates qui font une effervescence lente et notamment du carbonate de fer; il y a surtout du carbonate de fer dans le gypse blanc et bien cristallisé des environs de Dammartin.

Alm.

On désigne sous le nom d'Alm une substance qui dans le sud de la Bavière se dépose dans les terrains tourbeux et marécageux. D'après M. Sendtner (1) c'est une masse à l'état de bouillie et qui retient beaucoup d'eau; lorsqu'elle est sèche, elle est amorphe, légère, et elle se présente en grains d'une couleur blanche tirant sur le jaune ou sur le brun. Dans l'un ou l'autre état, elle n'offre pas la structure cristalline, même sous le microscope. Son analyse apprend qu'elle consiste en carbonate de chaux avec un peu de carbonate de magnésie, d'alumine, d'acide phosphorique et une proportion variable de matières organiques. Quand elle a été desséchée, elle est d'autant plus friable qu'elle renferme moins de matières organiques.

L'une de ses propriétés les plus remarquables est d'absorber une grande quantité d'eau; dans 6 expériences les résultats ont varié de 58 jusqu'à 1160 p. 100. C'est la variété qui avait le plus de matières organiques qui a donné le nombre le plus élevé. On sait d'ailleurs que l'acide humique et le bois décomposé absorbent aussi une très-grande proportion d'eau (2).

L'alm paraît résulter d'une précipitation occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique de bicarbonates et par la concentration de l'eau; c'est surtout au printemps qu'elle se produit avec abondance. Elle forme le fond de tous les prés marécageux; elle repose immédiatement sur la couche supérieure du gravier de transport, chaque fois que ce dernier est recouvert par des mousses et par de la tourbe; on l'observe aussi en couches intercalées dans la tourbe elle-même. Enfin près de Lochhausen elle repose sur la tourbe et se montre en couches qui ont plus d'un mètre. Lorsque l'alm a été exposé à l'action de l'atmosphère, elle durcit en formant

(1) *Die vegetations Verhältnisse Süd Bayerns*, 128. — *Zeitschrift d. deutschen Geologischen Gesellschaft*, XIII, 341.

(2) Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre. — *Bull. de la Soc. géol.* 2e s.), XIX, 73.

des masses compactes et poreuses et elle peut alors passer au calcaire concrétionné. A cet état, on l'emploie même comme pierre propre à bâtir et à charger les routes.

Calcaire magnésien.

Dans sa description du Paraguay, M. du Graty (1) signale des calcaires magnésiens provenant d'Itapucuguazu qui sont employés comme marbres. Ces calcaires ont visiblement subi un métamorphisme et leur couleur est grise ou blanche. L'analyse de l'un d'eux ayant une couleur blanche veinée de rose a donné à M. Francqui :

CO,CO^2	MgO,CO^2	Fe^2O^3	CaO,SO^3	HO	Somme.
59,20	39,70	0,30	0,20	0,20	99,60

On peut observer que ce calcaire contient un peu de sulfate de chaux ; nous ajouterons que, dans certains échantillons que nous avons examinés, il y a même une très-grande proportion de sulfate de chaux à l'état d'anhydrite. Ce dernier minéral est alors blanc et saccharoïde comme dans les Alpes et son association avec le calcaire magnésien mérite d'être signalée. Jusqu'à présent tous les terrains stratifiés du Paraguay ont du reste été rapportés aux terrains stratifiés les plus anciens.

Marne magnésienne.

Les lacs de natron du Güsgündag en Arménie se trouvent, ainsi l'a reconnu M. Abich (2), soit au milieu, soit au voisinage de laves doléritiques vomies par le petit Ararat. Il existe sur leurs bords une marne qui, lorsqu'elle est desséchée, devient friable comme de la craie ; tandis que, détrempée, elle est très-molle, ce qui rend même l'abord des lacs assez difficile, particulièrement pour le lac rouge (3). L'analyse de cette marne a été faite par M. Ch. Schmidt :

MgO,CO^2	CaO,CO^2	SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	HO	Somme.
61,82	13,69	12,00	6,21	2,06	4,24	100,02

On voit que la marne des lacs salés du Güsgündag est riche en carbonates ; et la grande proportion de carbonate de magnésie qu'elle renferme montre de plus que c'est une marne magnésienne.

D'après M. Abich, le gisement et la composition de cette marne semblent indiquer qu'elle provient, au moins en partie, d'une décomposition lente qui aurait été exercée par l'eau des lacs salés

(1) A. M. du Graty. *La République du Paraguay*, 298.
(2) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 41.
(3) *Revue de géologie*, 1861.

sur la dolérite qui les encaisse. Nous ferons cependant observer qu'il existe aussi des marnes semblables dans les terrains lacustres, notamment dans ceux du bassin de Paris. Leur gisement est alors entièrement différent de celui du Güsgündag, car elles se trouvent loin de toute roche volcanique et magnésienne.

Quant aux lacs salés du Güsgündag au bord desquels s'est déposée la marne dont nous venons de parler, lorsqu'ils sont dans la dolérite leur salure est vraisemblablement originaire; lorsqu'au contraire ils sont en dehors et en plaine, elle résulte simplement du lessivage des terrains voisins qui a été opérée par des eaux pluviales allant ensuite s'accumuler et se concentrer dans la dépression la plus profonde.

Écume de mer.

L'exposition de la Nouvelle-Galles du Sud montrait de gros blocs d'écume de mer qui avaient été envoyés par différentes personnes et notamment par M. W. Keene (1). Cette substance est très-abondante, de belle qualité et propre à être employée dans l'industrie. Elle est du reste intercalée dans le terrain houiller (coal-measures), en sorte que son origine paraît être lacustre; telle est aussi l'origine de l'écume de mer et des argiles magnésiennes qui sont associées au gypse et aux terrains d'eau douce du bassin de Paris.

Roches siliceuses.

Sable.

Le sable qui est accumulé par le vent sur la plage de Swansea présente une couleur brun-jaunâtre et contient de petits débris de coquilles. Il est employé pour préparer la sole des fours à réverbère dans lesquels on travaille le cuivre. Son analyse a été faite par M. W. Weston, sous la direction du docteur Percy (2):

SiO^2	AlO^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	CO^2 et HO	Somme.
87,87	2,13	2,72	3,79	0,21	2,60	99,32

Il est à remarquer que la composition de ce sable diffère peu de celle qui avait été obtenue dix années auparavant par M. Le Play: elle est donc moins variable qu'on ne serait tenté de le croire d'après son mode de formation.

Silice gélatineuse.

M. Ed. Jannetaz (3) a observé que, dans le calcaire de Cham-

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Metallurgy*, I, 238.
(3) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 673.

pigny, les cavités du silex sont quelquefois remplies par de la silice gélatineuse qui, dans la carrière, est assez tendre pour se rayer et pour se couper. Cette silice se dissout dans la potasse et même un peu dans l'acide chlorhydrique. Desséchée à l'air pendant un mois, elle consomme encore 5 p. 100 d'eau. M. Jannetaz pense que les bandes blanches du silex de Champigny proviennent de silice gélatineuse qui a pris peu à peu de la consistance.

Silice plastique.

On emploie, pour faire les briques éminemment réfractaires de Dinas en Angleterre, une matière plastique qui est d'une couleur gris pâle lorsqu'elle est desséchée, et qui s'exploite dans la vallée de Neath. Deux échantillons en ont encore été analysés par M. W. Weston dans le laboratoire du docteur Percy (1):

	SiO^2	AlO^3	FeO	CaO	KO,NaO	HO	Somme.
I.	98,31	0,72	0,18	0,22	0,14	0,35	99,49
II.	96,73	1,39	0,48	0,19	0,20	0,50	99,92

Cette matière, qu'on désigne dans le pays sous le nom d'argile, présente, il est vrai, la structure et les propriétés physiques de cette roche; mais son analyse montre cependant que c'est de la silice presque pure. Lorsqu'elle est en parcelles microscopiques, la silice peut donc se laisser pétrir ou délayer dans l'eau et devenir entièrement plastique. Certaines roches, telles que l'argile siliceuse de la Dombes, forment du reste la transition graduée de la silice à l'argile (2).

Quartzite micacé.

M. A. Terreil (3) a analysé des quartzites micacés appartenant au terrain secondaire de la Tarentaise en Savoie. Ces roches, qui sont métamorphiques, contiennent un mica verdâtre ou jaunâtre, très-doux au toucher, et habituellement considéré comme du talc; aussi, dans les collections, sont-elles désignées sous le nom de talcites.

---

(1) *Metallurgy*, I, 237, 238.
(2) *Revue de géologie de* 1860; 38.
(3) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 120.

I. Quartzite micacé avec mica blanc verdâtre satiné, en petits feuillets, qui sont fusibles au chalumeau, $d=2{,}659$; du val d'Arbonne.

II. Quartzite très-micacé avec mica très-doux au toucher, en feuillets minces, feutrés, très-compactes, ayant souvent une couleur jaune de cire; il est infusible au chalumeau et dégage dans le tube fermé une trace d'acide chlorhydrique, $d=2{,}704$; du val de Tignes.

	SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO et NaO	HO	Somme.
I.	85,96	8,50	1,40	0,77	1,31	2,66	»	100,60
II.	79,90	15,63	0,44	»	0,94	2,72	1,58	101,21

La teneur en silice de ces quartzites les rapproche de deux échantillons, provenant l'un du mont Rose, l'autre de Zermatt, qui ont été analysés par MM. Bunsen et Zulkowsky(1). Si l'on admet que leur mica contienne 40 p. 100 de silice, comme le mica vert de Monrœ (2), on trouve que le quartzite d'Arbonne renfermerait environ 77 p. 100 de quartz, et celui de Tignes 67, c'est-à-dire les deux tiers de son poids.

Roches argileuses.

Argiles.

Dans un traité de métallurgie qu'il vient de publier, M. le docteur Percy (3) a réuni les analyses d'un grand nombre d'argiles réfractaires. Nous donnerons d'après cet ouvrage la composition des argiles les plus renommées de l'Angleterre.

I. Argile brune, mélangée de silice libre et dont le sable a été séparé par le lavage; de Stourbridge. Elle est très-recherchée pour les creusets de verrerie. . . . . (C. Tookey.)

II. Brune foncée, mélangée de silice libre; de Corngreavès. (C. Tookey.)

III. Du terrain houiller de Glascote, près Tamworth. . . . . (Percy.)

IV. Employée pour les creusets à acier fondu, de Stannington, près Sheffield. (Percy.)

V. Grise, douce au toucher, $d=2{,}519$, formant le mur de la houille à Blaydon Burn, près Newcastle. . . . . . . (Percy.)

VI. Gris blanchâtre, douce au toucher, servant à faire les creusets dans le Cornouailles; de Poole, comté Dorset. (Percy.)

VII. Considérée comme la meilleure argile réfractaire du terrain houiller de Dowlais. . . . . (Laboratoire Percy). (E. Riley.)

VIII. De Houth en Irlande. . . . . (Laboratoire Percy). (J. Spiller.)

IX. Employée pour faire des briques réfractaires; du terrain houiller de Dowlais. . . . . (E. Riley.)

(1) Roth. *Die Gesteins-Analysen glimmerschieffer*, 52.

(2) Dana. *Mineralogy*; Rammelsberg. *Handbuch der Mineral Chemie*, 666. — Analyse de Kobell, Smith et Brush.

(3) *Metallurgy*, by John Percy M. D. F. R. S., I, 214, 236.

Numéros.	SiO^2	Al^2O^3	KO	NaO	CaO	MgO	FeO	Fe^2O^3	MnO	PO^5	Eau combinée.	Eau hygrométrique.	Matières organiques.	TiO^2	Somme.
1	65,10	22,22	0,18	»	0,14	0,18	1,92	»	»	0,06	7,10	2,18	0,58	»	99,66
2	57,31	26,58	0,44	»	0,71	0,49	2,83	»	»	tr.	8,52	2,26	0,44	»	99,58
3	50,20	32,59	2,32	»	0,36	0,44	»	3,52	tr.	»	9,69	3,00	»	»	102,12
4	48,04	34,47	1,94	»	0,66	0,45	»	3,05	»	»	11,15	»	»	»	99,76
5	55,50	27,75	2,19	0,44 *	0,67	0,75	»	2,01	»	»	10,53	»	»	»	99,84
6	48,99	32,11	3,31	»	0,41	0,22	2,34	»	»	»	9,83	2,33	»	»	99,36
7	67,12	21,18	2,02	»	0,32	0,84	»	1,85	»	»	4,82	1,39	0,90 **	»	100,44
8	74,44	19,04	2,07	»	0,45	0,27	»	0,61	»	»	3,71	»	»	»	100,59
9	63,09	29,09	1,92	0,31	0,42	0,66	»	2,88	»	»	»	»	»	2,21	100,58

* Avec Cl et SO^3. — ** Avec un peu d'acide carbonique.

L'existence de petites quantités d'alcalis a déjà été signalée dans les argiles, et on sait que celles qui sont dures ou lithoïdes en contiennent souvent plusieurs centièmes; mais il est remarquable qu'il y en ait aussi une proportion très-notable dans les argiles plastiques et même dans celles qui ont de la réputation comme terres réfractaires. Pour plusieurs de celles qui ont été analysées sous la direction de M. Percy, cette proportion dépasse 2 p. 100. On peut observer d'ailleurs que l'alcali contenu dans les argiles est essentiellement la potasse, et que, si elles renferment de la soude, il y en a seulement des traces.

Enfin remarquons encore que l'acide titanique entre quelquefois dans la composition des argiles, et que celle de Dowlais en contient dans certains cas plus de 2 p. 100.

Schiste calcaire.

M. A. Terreil (1) a fait l'analyse du schiste à bélemnites de la localité classique de Petit-Cœur, dans la Tarentaise. Ce schiste, bien connu des géologues par les recherches de M. E. de Beaumont, est noirâtre, un peu luisant et feuilleté; il renferme de la pyrite de fer et surtout de la chaux carbonatée qui s'observe entre ses feuillets; $d = 2{,}701$. Quand il est chauffé il dégage de l'acide sulfureux, devient grisâtre; puis il fond en donnant un verre de couleur verdâtre.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MnO	CaO	MgO	KO et NaO	S	CO^2	PO	C	HO	Somme
22,62	9,65	5,74	traces.	30,79	1,09	0,66	0,90	24,21	tr	0,40	3,52	99,61

(1) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 120.

Le schiste de Petit-Cœur contient donc beaucoup de chaux carbonatée, et c'est d'ailleurs facile à concevoir, puisqu'il provient du métamorphisme d'une marne jurassique.

Roches de micaschiste.

Schiste micacé.

M. A. Terreil (1) a également donné la composition du schiste micacé et anthraxifère de Petit-Cœur. Ce schiste est noirâtre, feuilleté, luisant, et il montre des empreintes de végétaux fossiles qui ont été remplacés par un mica blanc, nacré, en paillettes microscopiques. Sa densité est 2,719; mais quand on le chauffe il perd sa couleur noire, devient blanc et nacré, puis il fond en un verre dont la densité est seulement 2,401; il éprouve alors dans sa densité une diminution de 11,62 p. 100 qui est du même ordre que celle trouvée déjà dans des recherches semblables (2). Voici les résultats obtenus par M. A. Terreil pour le schiste micacé (I) et pour le mica nacré qui a pseudomorphosé les végétaux fossiles (II) :

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO et MgO	KO et NaO	S	PO^5	C	HO	Somme.
I.	50,47	35,65	0,34	0,68	5,41	tr.	tr.	0,47	7,20	100,22
II.	50,00	36,45	0,37	0,45	5,01	»	tr.	»	7,96	100,24

On voit que ce schiste du terrain anthraxifère des Alpes est presque entièrement formé par un mica feuilleté et très-doux au toucher, comme ceux qui contiennent beaucoup d'eau et d'alumine. Il est coloré en noir par une matière charbonneuse; mais il ne diffère pas du mica blanc et nacré qui s'est développé dans les vides laissés par les débris végétaux. Ce schiste est d'ailleurs une roche argileuse métamorphique des mieux caractérisées; et comme on l'observe encore dans d'autres gisements, ses débris fossiles se sont conservés, bien qu'il y ait eu formation postérieure de mica.

Micaschiste.

Une description du gisement des micaschistes nacrés qui se trouvent dans les montagnes occidentales du bassin du Rhône a été donnée par M. J. Fournet (3).

---

(1) *Comp. rend.*, 1861 : LIII, 120.
(2) Delesse. Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches. — *Bull. de la Soc. géol.* (2), IV, 1380.
(3) *Comp. rend.*, 1861 ; LII, 1113.

Roches feldspathiques.

Syénite.

M. Geinitz (1) a observé des fragments de schiste chlorité qui sont empâtés dans la syénite du Plauenschengrund, en Saxe. Cette syénite est en outre traversée par de petits filons de granite au voisinage desquels on trouve l'orthite, la polykrase, le malakon; ces minéraux établissent son identité avec la célèbre syénite zirconienne du sud de la Norwége.

Foyaïte.

M. R. Blum (2) a cru devoir nommer foyaïte une roche qu'il regarde comme nouvelle et qui constitue la montagne Foya, dans les Algarves, au sud du Portugal. D'après M. W. Reiss, qui a étudié son gisement, cette roche est traversée par des filons de phonolite. Elle présente un mélange cristallin et grenu d'orthose, d'élœolite (paranthine) et d'amphibole hornblende; l'orthose en forme environ les deux tiers ou même davantage. Sa densité reste comprise entre 2,60 et 2,64; sa structure varie quelquefois très-irrégulièrement. Les minéraux qu'on y rencontre sont le sphène, le mica, le fer oxydulé et la pyrite de fer. D'après les caractères que présente cette roche du Portugal, on voit qu'elle se rapproche beaucoup de la variété de la syénite zirconienne de Norwége qui contient de l'élœolite.

Haüynite.

M. Haidinger (3) a nommé haüynfels, et d'après lui nous appellerons haüynite, une roche nouvelle qui a été trouvée à Balan, près de Ditro en Transylvanie. Elle se distingue tout d'abord par la belle couleur bleue de l'un de ses minéraux, dans lequel M. Ch. de Hauer a reconnu du chlore avec une trace d'acide sulfurique et qui appartient par conséquent à l'espèce nommée sodalite. Certains minéralogistes, notamment M. Rammelsberg, donnent, il est vrai, le nom de sodalite aux variétés de ces minéraux qui sont caractérisées par du chlore; tandis qu'ils réservent le nom d'haüyne, de Nosean, de Lasurstein, de Spinellane pour celles qui contiennent de l'acide sulfurique. M. Haidinger (4) fait observer à ce sujet qu'il est

---

(1) *Sitzungs-Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden redigirt*, von Dr A. Dreschsler, 1861; 30.

(2) *Neues Jahrbuch von Leonhard*, 1861; 426.— Kengott. *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 138.

(3) *Handbuch der Mineralogie*, 527.

(4) *Jahrbuch der K. K. geologischen Reich. Anstalt.* XII, 64.

préférable de réunir sous la dénomination générale de haüyne les divers minéraux qui se distinguent par leur couleur bleue : alors on a de l'haüyne avec chlore, comme celle de Ditro, de Lamö, de Miask, et de l'haüyne avec acide sulfurique, comme celle du Vésuve, de Niedermendig; enfin, d'apres des analyses de MM. Whitney et Jackson, celle de Lichtfield appartiendrait tantôt à l'une et tantôt à l'autre variété. Appelons donc haüyne, avec M. Haidinger, le minéral de Ditro. Elle présente une couleur bleu de ciel ou d'azur; de plus elle est fortement translucide, même dans les masses cristallines ayant plusieurs centimètres d'épaisseur. Densité = 2,525; dureté = 5,5. Indépendamment de l'haüyne, qui en est le minéral caractéristique, l'haüynite contient encore de l'orthose, de la cancrinite, de l'élœolite et de l'oligoclase qui lui donnent des tons blancs, gris, et jaune-rougeâtres; enfin on y trouve aussi, disséminés, un peu d'amphibole noire, de mica, de fer oxydulé, de sphène, de chaux carbonatée. Les caractères minéralogiques de l'haüynite semblent indiquer qu'elle appartient aux roches métamorphiques. Son aspect extrêmement remarquable, sa grande dureté et le beau poli qu'elle prend, ont du reste engagé à créer près de son gisement une usine dans laquelle elle pourra être travaillée comme pierre dure et façonnée en objets d'ornements.

Trachyte.

M. G. vom Rath (1) a fait une étude du trachyte des Sept-Montagnes, près de Bonn, et il a examiné successivement les trois variétés de cette roche qui ont été distinguées sur la carte géologique de M. de Dechen. — A, le trachyte du Drachenfels contient du sanidine, de l'oligoclase, de l'hornblende, quelquefois du quartz, du sphène, du fer oxydulé, de l'augite, de l'apatite. — B, le trachyte de Wolkenburg diffère surtout du précédent par l'absence de sanidine; accidentellement il renferme du péridot; ses cavités peuvent contenir de la chaux carbonatée, de l'arragonite, de la chabasie, de la mésotype, de l'hydroxyde de manganèse (manganschaum). — C, le trachyte de Rosenau ne montre que du sanidine sans oligoclase.

Si l'on compare la teneur en silice de ces trois trachytes, on trouve que celle de C s'élève à 78,9 p. 100, tandis que celle de A est en moyenne de 66, et celle de B de 60,8. Si l'on compare ensuite leur âge, C, le plus riche en silice, est en même temps le plus ancien; A vient ensuite, et B, qui est le plus pauvre en silice, a ter-

(1) *Ein Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges*, von Dr Gerhard von Rath. — Bonn, 1861.

miné les éruptions : c'est ce que montre l'étude des filons de ces trois variétés de trachyte et de leurs conglomérats.

Parmi les conglomérats trachytiques des Sept-Montagnes, il en est qui sont plus récents que le trachyte; d'autres, au contraire, sont plus anciens, et d'après M. Hörner, ce sont même les plus nombreux : ils peuvent d'ailleurs résulter de la destruction du trachyte ou bien d'une éruption spéciale.

Phonolite.

M. Tamnau (1) a observé dans le phonolite d'Aussig les druses déjà signalées par Weiss, dans lesquelles il y a de la natrolite, de l'apophyllite et de la chaux carbonatée. Bien que l'ordre de succession de ces minéraux soit le plus habituellement celui qui vient d'être indiqué, il peut, dans certains cas, être inversé; ainsi l'apophyllite est quelquefois la plus récente; elle repose alors sur la chaux carbonatée qui a cristallisé en prismes hexagonaux et non pas en rhomboèdres.

Hypérite.

A Bergen Hill dans le New Jersey, l'hypérite renferme divers minéraux dans ses cellules, et d'après M. G. Rose (2), voici dans quel ordre ils se succèdent : datholite, chaux carbonatée, apophyllite, analcime. Dans certains échantillons la datholite est recouverte par la chaux carbonatée et par la mésotype ; dans d'autres, au contraire, par la pectolite (stellite). Maintenant la datholite présente les mêmes caractères qu'à Arendal, à Andreasberg et à Foggiana. La chaux carbonatée est en gros rhomboèdres voisins du cube. Il est assez remarquable que l'analcime soit ici le minéral le plus récent, tandis que dans les basaltes et dans les trachytes de la Bohême, il est au contraire recouvert par la mésotype, par l'apophyllite et par la chaux carbonatée. Ces résultats s'expliquent d'ailleurs facilement; car les minéraux qui se développent dans les cavités d'une roche ne sont pas toujours les mêmes et ne se succèdent pas invariablement dans le même ordre; à plus forte raison doit-il en être ainsi dans des roches différentes.

Timazite.

M. Breithaupt (3) a nommé Timazite une roche qu'il a trouvée sur l'emplacement d'un ancien camp romain (*Timacum minus*)

(1) *Zeitschrift d. deut. geologischen Gesellschaft*, XIII, 350
(2) *Zeitschrift d. deut. Geologischen Gesellschaft*, XIII, 350.
(3) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 51

près de Gamsigrad en Servie. Elle est formée par une pâte pétrosiliceuse ayant une densité égale à 2,707 et une couleur gris de cendre passant plus rarement au vert grisâtre et au vert. Dans cette pâte, il y a des cristaux blancs d'un feldspath anorthose (Tetartin) dont la densité est de 2,610; il y a en outre de l'amphibole noire ayant une densité de 3,119, du mica brun tombac, ainsi que du fer oxydulé et de la pyrite de fer. Une analyse de cette amphibole faite par M. Richard Müller a montré qu'elle contient des alcalis et 6 p.100 de protoxyde de manganèse; d'après ce dernier caractère, et bien qu'elle ressemble à l'amphibole basaltique, M. Breithaupt pense devoir la considérer comme une variété nouvelle d'amphibole qu'il appelle *gamsigradite*. La Timazite paraîtrait se relier aux montagnes formées de Gabbro qui sont sur la rive sud de la rivière le grand Timok. De la malachite qu'on y observe accidentellement disséminée indique d'ailleurs qu'elle peut être métallifère. M. Haidinger mentionne encore la timazite dans la vallée Kozelnik, au nord de Schemnitz en Hongrie, dans la montagne Hengul et à Bistritz en Transylvanie. Enfin M. Bernhard de Cotta l'a observée en Bukowine, à Vorospatak en Transylvanie, à Nagybanja ainsi que dans d'autres parties de la Hongrie. M. Breithaupt remarque que la timazite n'est pas rude au toucher comme le trachyte duquel elle diffère par son feldspath ainsi que par son amphibole. Il est possible qu'elle se rapproche des grunsteins qui comprendraient alors la diorite, la diabase et la timazite.

Trapp.

M. C. Franke (1) a analysé dans le laboratoire de M. Streng les trapps de la Suède qui présentent des types classiques et bien caractérisés de cette roche.

I — de Hunneberg près de Wenersborg d = 2,99.

II — de Kinnekulle sur le lac Wener. d = 3,00.

	SiO^2	Al^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	KO	NaO	HO	Somme.
I.	50,58	14,58	14,70	0,04	10,89	6,88	0,79	2,85	1,40	102,71
II.	50,22	14,97	15,76	1,13	10,48	5,76	1,62	2,20	0,70	102,64

Bien que ces trapps soient très-anciens, nous remarquerons que leur composition les rapproche entièrement des mélaphyres et des porphyres à base de labrador dont l'origine est la plus récente. Observons aussi qu'ils contiennent beaucoup de chaux, tandis qu'ils ont peu d'eau et pas d'acide carbonique; ces derniers résultats in-

(1) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 285.

diquent bien que l'eau et les carbonates sont réellement originaires dans les trapps; autrement des trapps aussi anciens et aussi riches en chaux que ceux de la Suède devraient être fortement décomposés et renfermeraient des carbonates.

Aérolithes.

Comme les années précédentes, les aérolithes ont encore été l'objet de nombreuses recherches.

Fer météorique.

M. Breithaupt (1) a signalé un fer météorique du poids de 86 kilog. qui avait été trouvé par un paysan à Rittersgrün près de Schwarzenberg, depuis environ 14 ans; il est très-riche en péridot et ressemble beaucoup au fer météorique de Pallas.

L'Exposition de Londres montrait un fer météorique remarquable, qui avait été trouvé à Cranbourne en Australie. Son diamètre, atteignait près de 1 mètre; et sa surface, légèrement ondulée, était couverte sur certains points par une croûte postérieure d'hydroxyde de fer.

Météorite.

MM. R. P. Greg et O. Buchner (2) ont fait connaître la chute de pierres météoriques qui a eu lieu le 14 mai 1861 à Canellas en Catalogne.

Une météorite tombée dans l'État d'Ohio le 1er mai 1860 a été décrite par M. B. Silliman.

La météorite observée le 29 avril 1844 à Killeter en Irlande, dont on possède seulement de très-petits échantillons, a été examinée par M. S. Haughton (3). Sa densité est 3,761. Une croûte noire enveloppe son intérieur qui est gris blanchâtre, à structure cristalline, avec grains métalliques de fer et de nickel et avec pyrrhotine.

Une météorite de San Giuliano Vecchio a été analysée par M. Missaghi (4), et paraît formée d'augite, d'épidote blanche et de péridot verdâtre; elle contient d'ailleurs 14 p. 100 de fer métallique avec nickel.

M. J. L. Smith a encore analysé la météorite tombée le

(1) *Zeitschrift d. deutschen Geologischen Gesellschaft*, XIII, 48.
(2) *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 163 à 170.
(3) *Poggendorff Annalen*, CXIII, 509.
(4) *Nuovo Cimento*, XIII, 272.

5 avril 1855 dans le comté de Lincoln; d'après M. Kenngott (1), cette dernière renferme de l'enstatite, du labrador et très-peu de péridot.

La météorite de Bishopville, dans la Caroline du Sud, a été analysée par M. Rammelsberg (2). Il a reconnu qu'il n'y avait pas lieu d'y admettre l'existence d'un trisilicate de magnésie, comme l'avait propopé M. Shepard ; cette météorite doit être considérée comme formée d'enstatite ou de pyroxène magnésien, de péridot et de feldspath.

Enfin M. Haidinger (3) a fait de nouvelles études sur les météorites, notamment sur celles de Saint-Denis-Westrem près de Gand, de Parnallee dans l'Indoustan, de Quenggouk au Pegu et de Dhurmstala dans le Punjab. Cette dernière tomba le 14 juillet 1860 ; d'après M. Oldham, elle se composait de cinq échantillons dont le plus gros pesait 160 kilog, et elle produisit une très-forte détonation. Une particularité plus remarquable, c'est que, lorsqu'on la prit au moment de sa chute, elle donna une sensation de froid très-prononcée. M. Haidinger a d'ailleurs complété ses recherches sur les météorites en développant des considérations très-ingénieuses par lesquelles il cherche à expliquer leur origine.

TROISIÈME PARTIE.

Paléontologie.

Passage de certaines espèces d'un terrain dans un autre. — La doctrine qui consiste à attacher inflexiblement les espèces animales et végétales à un terrain particulier et qui repousse toute idée de mélange d'espèces, même aux limites des terrains, reçoit chaque jour de l'observation de nouveaux démentis. Depuis longtemps déjà M. Ehrenberg a fait observer que des animaux inférieurs comme les infusoires et les foraminifères peuvent très-bien passer d'un terrain dans un autre plus récent, et même se retrouver dans la faune actuelle (4). La classification des terrains ter-

(1) *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861, 163.
(2) *Journal fur Praktische Chemie*, LXXXV, 83.
(3) *Wiener Akad.*, XLII, 9, 301, 307, 389: Kenngott. *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 169. — *Revue de géologie de* 1860, 195.
(4) Voir notamment Ehrenberg. *Mikrogeologie*.

tiaires, imaginée par Sir Charles Lyell et adoptée aujourd'hui presque universellement par les géologues, est fondée, comme on le sait, sur le rapport variable entre le nombre des espèces éteintes et celui des espèces actuelles qui s'y trouvent mélangées. Récemment encore M. Deshayes (1) s'est attaché à faire ressortir quelles sont, dans le bassin parisien, les espèces communes aux diverses parties du terrain tertiaire, si riche en fossiles. M. Gaudry (2) a signalé l'enchaînement des faunes miocène, pliocène et quaternaire sur les rivages du bassin de la Méditerranée, en observant toutefois que la longévité géologique des mammifères est beaucoup moins grande que celle des mollusques.

Ces observations sont en harmonie avec les études de MM. Rupert Jones et W. Kitchen Parker sur les foraminifères (3). Sur 29 espèces de foraminifères provenant du Keuper de Chellaston, près Derby, ils en ont trouvé 24 espèces du lias, 28 du terrain jurassique, 27 de la craie, 26 des terrains tertiaires, 28 de la faune actuelle. La longévité des espèces paraît être en rapport avec l'abaissement des êtres sur l'échelle organique; toutefois, comme l'ont fait observer MM. Barrande (4) et d'Archiac (5), pour établir rigoureusement un tel principe, il serait peut-être nécessaire d'avoir des bases plus sûres pour distinguer les espèces. Cette grande question de la limitation des espèces, question vraiment fondamentale en géologie, reste donc toujours ouverte, et les observations des paléontologistes n'en ont pas encore fourni la complète solution.

M. Bronn s'est également déclaré l'adversaire de la doctrine qui parque rigoureusement les espèces animales ou végétales dans un terrain déterminé (6); mais ce dernier ne s'est pas contenté de détruire, par les arguments tirés d'une vaste érudition scientifique, les exagérations systématiques des géologues qui se refusent à admettre des mélanges d'espèces dans les terrains; embrassant un sujet plus vaste et plus général, il a étudié les lois de la distribution des corps organisés dans toute la série des terrains géologiques. C'était là une tâche digne de l'auteur de la *Lethæa;* dans sa vaste synthèse se résument toutes les connaissances pa-

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 270.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 408.
(3) *Quarterly Journal*, 1860; 452.
(4) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 412.
(5) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 460.
(6) *Essai d'une réponse à la question de prix proposée, en 1850, par l'Académie des sciences de Paris*, par le professeur Bronn. — Paris, 1861. — Supplément aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.*

léontologiques actuelles; les faits ont été groupés avec beaucoup d'art autour de deux idées fondamentales : 1° la nature possède en elle-même une force qui lui est immanente et qui tend à étendre, à modifier sans cesse les formes que revêt la matière organisée; 2° le progrès ou, si l'on veut éviter ce mot, le développement spontané de la nature organique est contre-balancé sans cesse par le développement de la nature physique, inorganique, qui obéit à des lois particulières et indépendantes.

La planète a, en effet, si l'on me permet ce mot, son histoire à part, histoire qui s'écrit dans les révolutions du globe, dans les changements des mers et des continents, dans les variations de la température, de l'état atmosphérique, dans cette multitude de phénomènes qui ne seraient nullement modifiés, en supposant que la terre n'eût aucun habitant. Il n'y a pas toujours accord, concordance entre la loi que M. Bronn qualifie de *terripétale*, c'est-à-dire entre la loi du développement planétaire de notre globe et la loi du développement organique : de là des discordances qu'on a souvent tournées comme de victorieuses objections contre les idées théoriques de Lamarck et de ceux qui ont adopté la notion du progrès dans la nature. Ces accidents obscurcissent à nos yeux le tableau du monde organique; mais les harmonies partielles que la science y découvre justifient cependant les inductions qui enveloppent tous les phénomènes dans une harmonie générale.

Transformation des espèces. — Il ne faut point croire pourtant que M. Bronn admette, de près ou de loin, l'idée de la transformation des espèces : il la repousse non-seulement sous la forme que Lamarck lui avait donnée, mais il ne paraît même nullement disposé à admettre les ingénieuses idées auxquelles M. Ch. Darwin (1) vient de donner tant d'éclat et de popularité.

Ce savant observateur a relevé tout ce qu'il y avait de fautif ou d'artificiel dans les caractères de nos espèces et de nos variétés pour affaiblir en quelque sorte la définition de l'espèce. S'emparant du fait incontesté de la reproduction des caractères organiques par voie d'hérédité, il soutient que si une variété animale jouit de caractères spéciaux, transmissibles de génération en génération et capables de lui donner quelque avantage dans la lutte incessante que se livrent tous les êtres à la surface de la planète, les variétés moins favorisées disparaissent fatalement devant elle; dans la bataille de la vie, les plus faibles doivent céder la place

(1) *The Origin of species*, by Charles Darwin — London.

aux plus forts ou, pour parler plus exactement, à ceux qui sont le mieux appropriés aux circonstances extérieures. Lamarck avait déjà fait ressortir l'influence du milieu ambiant, mais M. Darwin a eu le mérite de comprendre bien nettement que dans ce milieu, il n'y a point d'agent plus actif que la faune et la flore elles-mêmes. Il a fait ressortir que parmi les circonstances extérieures, il fallait compter non-seulement les actions physiques, mais encore la réaction de toute la nature animée sur chacun des êtres qui s'y trouve compris; à la faveur des solidarités multiples, des conflits perpétuels qui s'y établissent, il s'opère perpétuellement un travail de transformation, d'exclusion et de renouvellement, que M. Darwin nomme heureusement la *sélection naturelle*. Les formes organiques vont ainsi en se modifiant d'âge en âge; et si l'on fait intervenir l'infini des temps, on peut se laisser facilement entraîner jusqu'à l'idée de la transformation continue des espèces en variétés et des variétés en espèces nouvelles. Cette doctrine, ainsi rajeunie et soutenue par M. Darwin avec un incontestable talent, n'est point celle de M. Bronn; pour lui, le progrès dans la nature organique ne s'exprime point par une transformation des espèces, mais par une simple succession chronologique; les termes de la série se suivent sans se toucher en aucun point; la force, à la fois destructive et créatrice, qui en détermine la succession ne doit être cherchée dans aucun des agents naturels qui nous sont connus.

Les idées de M. Darwin ont aussi trouvé un adversaire déclaré dans M. Agassiz (1): ce dernier a cependant déclaré, dès longtemps, qu'il avait reconnu une concordance exacte entre la succession chronologique des êtres et entre les métamorphoses de la vie embryonique. Cette notion, si importante au point de vue paléontologique, lui a même inspiré des vues nouvelles en ce qui concerne la classification zoologique; mais l'idée d'une filiation quelconque entre les espèces n'en est pas moins repoussée par le savant naturaliste avec la plus grande vigueur.

En terminant ces généralités, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer que la paléontologie tend à prendre une place de plus en plus importante dans la zoologie générale: car les lois qui règlent la vie et ses transformations doivent se plier non-seulement aux phénomènes présents, mais encore à ceux dont l'ensemble des terrains géologiques nous laisse voir encore tant de traces.

Foraminifères. — Nous mentionnerons maintenant quelques travaux spéciaux de paléontologie, et d'abord nous indiquerons

(1) *Contributions to the Natural History of the United States*, vol. III. — Cambridge.



que M. William Carpenter (1) a terminé son long ouvrage sur les foraminifères, commencé dès 1856. Il y a décrit et figuré successivement les genres : orbitolites, orbiculina, alveolina, cycloclypeus, heterostegina, peneroplis, operculina, amphistegina, polystomella, calcarina, tinoporus, carpentaria. M. Carpenter range les foraminifères parmi les rhizopodes et fait remonter à Dujardin l'honneur d'avoir le premier rectifié les idées de M. d'Orbigny sur ce point délicat. Les conclusions de M. Carpenter méritent d'être rapportées. La notion ordinaire de l'*espèce* est, suivant lui, inapplicable au groupe des Foraminifères, parce que les variations y embrassent non-seulement les caractères que, d'après les méthodes ordinaires, on considérerait comme spécifiques, mais encore ceux des genres et même des ordres. Le seul moyen de classer cette vaste agrégation de formes si diverses consiste à les ranger d'après leur degré de divergence eu égard à certains types principaux : tout groupement de genres et d'espèces subordonné à ces divisions générales est un travail purement artificiel et propre seulement à aider la mémoire. On peut même se demander, en examinant la série entière des formes, si les types distincts qu'on se trouve conduit à y admettre ne dérivent pas tous d'un prototype unique.

Ces vues hardies de M. Carpenter sont d'ailleurs en accord avec les conclusions du mémoire de MM. Parker et R. Jones (2) sur la nomenclature des Foraminifères. Dans ce travail, la partie bibliographique et la partie descriptive ont reçu des développements également importants : les géologues ont intérêt à savoir que les Nummulines sont divisées par ces auteurs en trois groupes, les radiées, les sinueuses et les réticulées, dont les types respectifs sont Nummulina planulata, Lam., Nummulina complanata, Lam., et N. lævigata, Lam. Ces trois types sont reliés par des liens si intimes et passent les uns aux autres de telle façon que MM. Parker et Jones considèrent le genre Nummulina que comme ne renfermant une seule espèce, dont les diverses représentations peuvent à peine être considérées comme des variétés dans le sens ordinaire de ce mot. C'est là, au point de vue de la philosophie géologique, une conclusion dont il est inutile de faire ressortir la gravité.

Brachiopodes. — Il est peu de terrains où l'importante classe des brachiopodes n'ait de nombreux représentants et ne fournisse

---

(1) *Researches on the Foraminifera.* — Philosophical Transactions, 1856-1861. — London.

(2) *Annals and Magazine of Natural History*, vol. III (3e s.), 229. — Londres, 1861.

des fossiles très-caractéristiques. M. Suess (1) a présenté un tableau général de la distribution de ces animaux dans les diverses formations; un tableau du même genre fait par M. Bronn en 1856 ne comprenait que 1.592 espèces; celui de M. Suess, grâce à des travaux récents, en renferme 1.934.

Les brachiopodes sont divisés par M. Suess en 8 familles: les terebratulidæ (17 genres), les spiriferidæ (12 genres), les rhynchonellidæ (3 genres), les strophomenidæ (6 genres), les productidæ (3 genres), les craniadæ (1 genre), les discinidæ (4 genres), les lingulidæ (4 genres). Le nombre des espèces connues dans le terrain paléozoïque est de 1.302, dans le terrain mésozoïque de 501, dans le terrain cainozoïque de 131. Le terrain le plus riche en espèces est le terrain silurien (687 espèces); viennent ensuite le dévonien (336), le jurassique (284), le carbonifère (262), la craie (149).

Les autres terrains sont plus pauvres; il semble donc qu'il y ait deux maxima dans la courbe qui représente l'importance relative des brachiopodes aux diverses périodes; ces points coïncident avec l'époque paléozoïque et avec l'époque jurassique. Le trias d'une part et de l'autre les terrains tertiaires et modernes sont les époques de pauvreté ou de décadence pour cette classe.

Travaux divers. — En France et à l'étranger, un grand nombre de travaux paléontologiques ont été publiés ou sont en voie de publication. Nous ne citerons ici que ceux dont il ne sera point fait une mention spéciale à propos d'un terrain particulier.

Les continuateurs de la paléontologie française d'Alcide d'Orbigny ont fait paraître, dans le cours de 1861, trois fascicules qui renferment la suite de la description des oursins crétacés, par M. Cotteau (2). Nous devons signaler sa monographie complète de la famille des salénidées. Le même auteur a continué ses études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne (3) et celles qu'il a entreprises, de concert avec M. Triger, sur les échinides de la Sarthe (4).

M. Deshayes (5) a terminé l'étude des acéphales du bassin tertiaire parisien et a commencé la révision des gastéropodes. Il a décrit 1.041 espèces d'acéphales, dont 399 seulement figuraient dans la première édition de son grand ouvrage.

---

(1) *N. Jahrbuch* de Léonhard et Bronn, 1861, 154.

(2) *Paléontologie française, continuée par une réunion de paléontologistes*, 1re, 2e et 3e livraisons. 1861.

(3) *Études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne*, 27e et 28e livraison. 1861.

(4) *Echinides de la Sarthe*, 7e livraison. 1861.

(5) *Description des animaux invertébrés du bassin de Paris.* — Paris, 1861.

La monographie des clypéastres fossiles par M. Michelin (1) prend place à côté de ces travaux importants. Nous citerons encore: l'introduction à l'étude des polypiers fossiles, par M. de Fromentel (2); une étude complète de l'organisation des polypiers y sert de préface à la description succincte de toutes les espèces fossiles aujourd'hui connues; la Lethea bruntrutana de M. Etallon (3), — ouvrage commencé par M. Thurmann, et renfermant des études géologiques et paléontologiques très-détaillées sur le Jura bernois. Le même auteur a de plus fait paraître la description de 46 espèces de crustacés jurassiques (4), celle des espèces coralliennes de Valfin près Saint-Claude (5), la paléontostatique du Jura (6), énumération de 800 espèces de mollusques et de rayonnés, répartis dans l'oxfordien, le corallien, et le kimméridien.

M. Alph. Milne Edwards (7) a entrepris l'histoire des crustacés podophthalmaires fossiles, crabes, écrevisses, squilles et genres voisins. Son ouvrage commence par des considérations générales sur les crustacés, et le premier fascicule comprend la monographie des Portuniens et des Thalassiniens.

Pendant le courant de l'année 1861, la Société paléontographique de Londres a publié un volume qui contient les mémoires suivants:

Monographie des Brachiopodes carbonifères Britanniques, par M. Thomas Davidson. (Partie V, — 4e partie.)

Les reptiles fossiles de l'Angleterre contenus dans les formations oolitiques — 1re partie, renfermant la description de Scelidosaurus Harrisonnii et Pliosaurus grandis, — par R. Owen.

Les mollusques éocènes — 1re partie — les Bivalves, par Searles V. Wood.

Dans le Palæontographica de MM. W. Dunker et Hermann von Meyer, nous signalerons principalement parmi les monographies publiées en 1861, la description des reptiles d'un grès, appartenant au keuper supérieur, exploré d'abord près de Leonberg et de Löwenstein en Wurtemberg et nommé Stubensandstein. Les reptiles décrits dans ce mémoire sont: Belodon Plieningeri et Teratosaurus,

(1) *Mémoire de la Société géologique de France* (2e s.). 1861.
(2) *Société d'émulation de Besançon*. 1861.
(3) *Lethea Bruntrutana*. — Gray, 1861.
(4) *Mémoire de la Société d'agriculture de la Haute-Saône*, 129. 1861.
(5) *Mémoire de la Société d'émulation du Doubs*. 1861.
(6) *Paléontostatique du Jura*. — Gray, 1861.
(7) *Histoire des crustacés pod. fossiles*. — Paris, 1861.

M. Hermann de Meyer a décrit aussi le Pterodactylus spectabilis des schistes lithographiques de Eichstätb.

M. Rudolph Ludwig a fourni au journal de M. de Meyer plusieurs mémoires: une description des mollusques d'eau douce, du terrain houiller de Westphalie, la monographie des plantes fossiles de la partie la plus ancienne de la formation tertiaire de la Wetterawie rhénane, celle des plantes fossiles du minerai de fer tertiaire de Montabaur (Westerwald), celle des bivalves de la formation tertiaire de la Wetterawie; le même géologue a continué ses publications relatives à l'Oural dans les mémoires suivants: Mollusques d'eau douce du terrain houiller de l'Oural — mollusques d'eau douce du calcaire du Rothliegende de Kungur — fossiles végétaux du terrain houiller de l'Oural.

M. C. von Heyden a entrepris de classer et de figurer les insectes fossiles des lignites du Rhin.

Les êtres organisés ont éprouvé des changements analogues dans les deux hémisphères. — Nous rattacherons encore aux considérations relatives à la paléontologie générale le résultat des études faites par M. M' Coy, sur le développement des formes organiques en Australie. La faune actuelle de ce pays est bien distincte de celle des autres parties du monde; car elle offre un grand nombre d'espèces appartenant à des genres qui ne se rencontrent pas dans d'autres contrées, et de plus ses genres sont souvent différents de ceux qui vivent à la même latitude. La plupart des grands ouvrages de paléontologie ont observé à ce sujet que le terrain jurassique d'Angleterre renferme des marsupiaux appartenant à la même famille que le perameles et le myrmecobius qui vivent actuellement dans l'Australie méridionale; que leurs débris sont accompagnés de nombreuses trigonies, genre de mollusques qui ne se trouve plus maintenant que dans les mers australiennes où il est représenté par quatre espèces assez abondantes. On a conclu de ce rapprochement que l'Australie était l'un des plus anciens continents et que sa faune actuelle devait être considérée comme la continuation de celle qui, avec la fin de l'époque mesozoïque, avait disparu des autres parties du monde. Les études que M. M'Coy a faites sur la paléontologie de l'Australie, particulièrement de la province Victoria, ne viennent pas confirmer cette hypothèse. M. M'Coy s'est au contraire attaché à prouver qu'en Australie la vie organique a subi des changements qui sont analogues à ceux qui ont été observés dans l'autre hémisphère et il le démontre en présentant une esquisse de ses variations.

Si l'on part du terrain paléozoïque on trouve qu'en Australie, de même que dans le pays de Galles, dans la Suède, dans l'Amérique du nord, les roches azoïques sont recouvertes par une série de roches fossilifères contenant les animaux qui sont regardés comme la première manifestation de la vie à la surface du globe. Ainsi dans les schistes au nord de Melbourne M. M'Coy a trouvé le genre diplograpsus qui est caractéristique du silurien inférieur et ses espèces sont identiques à celles de l'hémisphère nord. Il a trouvé également les genres phyllograpsus (Hall), didymograpsus et un grand nombre d'autres graptolithes. Ce qu'il y a de plus extraordinaire, c'est que ces diverses graptolithes sont accompagnées par un petit brachiopode, siphonotetra micula, qui est aussi très-abondant dans le Radnorshire. Passons maintenant au silurien supérieur: le phacops (odontochile) longicaudatus, qui est si fréquent dans les schistes de Wenlock, se rencontre aussi à Bradhurst Creek dans Victoria et l'orthoceras bullatum des schistes de Ludlow danst le pays de Galles se montre à Melbourne même. La comparaison des fossiles siluriens dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud met donc en évidence ce fait extrêmement remarquable que la faune marine du monde entier était composée des mêmes espèces pendant la période paléozoïque la plus ancienne; une certaine identité se maintient même jusque dans le silurien supérieur. Des conclusions semblables avaient déjà été émises par plusieurs paléontologistes et notamment par M. Barrande.

Pour la période paléozoïque supérieure MM. Morris, Dana, M'Coy ont observé une ressemblance générale entre le carbonifère inférieur de l'ancien monde et les roches qui sont recouvertes par la houille dans la Nouvelle-Galles ou dans la Tasmanie. Les graptolithes, les trilobites, les coraux et les mollusques caractéristiques du silurien sont complétement éteints; on voit apparaître Phillipsia Brachymetopus et Bairdia qui caractérisent le carbonifère d'Angleterre et de Russie, et en même temps se montrent parmi les plantes les lépidodendron. M. M'Coy conclut de ses observations que la première végétation terrestre, dans l'un comme dans l'autre hémisphère, s'est développée sur le même type et vers le même temps, c'est-à-dire à la fin de la période paléozoïque.

L'existence de terrains mésozoïques en Australie avait jusqu'à présent été contestée parce qu'elle avait été admise seulement d'après les plantes fossiles. Mais des études récentes viennent de la confirmer: car les couches de houille rapportées au terrain mésozoïque contiennent des glossopteris, phyllotheca, pecopteris australis et plusieurs espèces de zamites; tandis qu'on n'y a pas

encore rencontré les lépidodendron ni les sigillaria qui sont des plantes si caractérisques du terrain houiller. De plus on a trouvé récemment à Wollumbilla des bélemnites, des pentacrinites, des serpules, des limes, des arches, des nucules, des rhynconelles qui paraissent appartenir, soit au terrain jurassique inférieur, soit au trias. M. Clarke en a signalé également (1). D'après cela M. M'Coy pense qu'en Australie la faune marine et la flore terrestre ont subi des changements analogues à ceux qu'on observe pendant l'époque mésozoïque dans l'Inde, dans le Yorkshire, dans l'Allemagne et dans l'Amérique.

Maintenant, relativement à la période tertiaire, M. M'Coy remarque que la flore tertiaire de Victoria est dicotylédone et entièrement différente de celle de la période mésozoïque. Quant à la faune, dans l'Australie, de même que dans la Nouvelle-Zélande, dans l'Inde, dans l'Amérique septentrionale et méridionale, les animaux qui la représentent ont généralement été précédés par des types gigantesques analogues à ceux qui se trouvent dans le tertiaire le plus récent ou dans le pleistocène. Ainsi dans la Nouvelle-Zélande l'apteryx a été précédé par le moa ou le dinornis; dans l'Amérique du Sud les petits paresseux existant actuellement ont été précédés par le megatherium et le mylodon; de même dans l'Australie, le wombat et le kanguroo ont été précédés par le diprotodon et par le nototherium dont les os se retrouvent comme ceux du cervus megaceros de l'Irlande dans les lacs ou dans les marais pleistocènes. Avec ces mêmes os, on en a rencontré dans les cavernes du mont Macédonien qui appartiennent à des espèces vivant encore actuellement, telles que l'hypsiprymnus, l'hydromys, le dasyure, et même le canis Dingo. La présence de ce dernier animal est surtout très-remarquable; car, pour plusieurs zoologistes, c'est le chien à l'état sauvage, et ses os ont été trouvés sous une coulée de basalte avec ceux d'espèces éteintes. M. M'Coy a observé aussi des débris de wombat vivant (phascolomys) dans une couche ferrugineuse et aurifère qui est fortement cimentée; par conséquent le drift de Victoria dans lequel l'or est exploité appartient, comme celui de Russie, au crag avec mammifères de l'Angleterre. La faune marine tertiaire de Victoria est aussi très-intéressante; elle présente surtout une série très-remarquable de volutes qui sont identiques à celles de l'argile éocène du Hampshire et des couches miocènes de Paris et de Vienne; la ressem-

---

(1) *On the ancient and recent natural history of Victoria*, by F. M'Coy. Catalogue of the Victorian Exhibition 1861.

blance avec ces dernières est quelquefois si grande qu'il devient impossible de les en distinguer. M. M'Coy remarque d'ailleurs qu'en Australie, de même qu'en Europe, les espèces miocènes vivent actuellement dans des mers se trouvant plus au sud; et il conclut de l'ensemble de ses recherches sur l'époque tertiaire qu'il y a eu un refroidissement graduel des deux hémisphères.

Ces considérations rectifient ce qu'il y avait d'exagéré dans les considérations théoriques, qu'on avait déduites d'une connaissance imparfaite des faunes et des flores australiennes. Mais si l'on ne peut plus considérer l'Australie comme une sorte de terre jurassique qui aurait survécu aux cataclysmes de la période secondaire, on ne peut nier que les changements qui s'y sont opérés n'aient pas été identiques à ceux qui ont été observés ailleurs. En admettant, comme bien constatée, l'identité entre les espèces siluriennes d'Australie et celle de l'Angleterre, et en mettant ce fait en regard de l'état présent, il faut bien reconnaître que si les formes organiques ne se sont immobilisées nulle part, elles n'ont point subi les mêmes transformations dans les divers continents.

TERRAINS PALÉOZOÏQUES.

Terrain silurien.

Taconique. — AMÉRIQUE. — Peu de temps après l'établissement du système silurien en Angleterre par sir Roderick Murchison, et dès l'année 1858, M. Emmons signalait en Amérique l'existence de couches antésiluriennes, sans fossiles, comprises par lui sous le nom général de système taconique.

Ce nom était emprunté à des collines, nommées Taconic Hills et situées entre les États de New-York, Vermont, etc.

Voici comment le docteur Emmons définissait son système nouveau :

« En 1836, lorsque je reconnus que dans l'État de New-York, le grès de Potsdam était la base du système silurien, il semblait que nous eussions atteint la base des dépôts sédimentaires. Mais lorsque, deux ans plus tard, j'eus observé la même base reposant sur des dépôts encore plus anciens, tels que ceux qu'on voit le long de la rive droite du lac Champlain et ailleurs, il devint évident qu'il existait encore une série plus ancienne que le terrain si-

lurien. Les preuves de ce fait se sont accumulées constamment depuis lors, et il est reconnu que le taconic system repose sur les roches primaires sans exception. Son existence a été observée dans toute la longueur des États-Unis, à partir du nord-ouest jusqu'au sud-ouest (1). »

Les vues de M. Emmons, fondées pourtant sur des études stratigraphiques très-étendues, furent rejetées, et les géologues américains s'accordèrent à placer au niveau du groupe de la rivière Hudson les terrains que M. Emmons prétendait stratigraphiquement inférieurs au calcaire de Chazy et au grès de Potsdam. Deux trilobites seulement, très-imparfaitement conservés, elliptocephalus asaphoides et Atops trilineatus) avaient été signalés au début par M. Emmons, et ces déterminations mêmes avaient été contestées.

Il se fait en ce moment un retour d'opinion en faveur des idées de M. Emmons; en 1859, M. Hall (2) a décrit trois trilobites qu'il nomme: Olenus Thompsoni, olenus vermontana, Peltura (olenus) holopyga. Or ces Olenus découverts à Georgia, Vermont, ont été reconnus par M. Barrande (3) comme appartenant à sa faune primordiale; M. Hall, dans sa description, indiquait que les trois trilobites en question se trouvaient dans des schistes supérieurs au groupe de la rivière Hudson, qui forme le couronnement de la division silurienne inférieure. M. Barrande fut conduit par ses idées théoriques sur la distribution des trilobites dans les terrains anciens, à mettre en doute l'assertion de M. Hall, et l'autorité de son jugement ébranla les bases depuis longtemps acceptées de la stratigraphie américaine.

Le professeur Hall avait été entraîné dès longtemps, dans les débats relatifs au terrain taconique, à placer les couches à Olenus d'Amérique au-dessus de la faune seconde, contrairement à tout ce qui a été observé en Europe, où ces trilobites caractérisent la faune primordiale. Depuis l'intervention de M. Barrande, les opinions longtemps oubliées ou dédaignées de M. Emmons reprennent assez faveur pour qu'on prononce de nouveau le nom qu'il avait vainement cherché à introduire dans la science, et qui pendant quelques années était entièrement tombé dans l'oubli. Une nouvelle impulsion a donc été donnée à l'étude des terrains anciens de l'Amérique, et déjà elle a porté des fruits.

(1) *Americ. Geology*, vol. I, part. 2, p. 6; 1855.
(2) *Twelfth annual Report of the Regent of the University of New-York*, 1859.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 203.

Les géologues canadiens, adoptant des bases de classification analogues à celles des États-Unis, avaient été conduits à ranger les couches de Québec et de ses environs au niveau du groupe du Hudson river, c'est-à-dire au sommet du silurien inférieur; mais en 1860, on trouva dans les calcaires de la Pointe-Lévis, aux environs de cette ville, toute une faune qui fut déterminée par M. Billings (1).

Parmi les 100 espèces recueillies sur ce point, M. Barrande retrouva des représentants non-seulement de sa faune seconde, mais encore de sa faune primordiale.

Depuis la découverte de M. Billings, sir W. Logan (2) a modifié la position du groupe de Québec qu'il admettait auparavant : il a fait descendre ce groupe du sommet à la base du silurien inférieur, et distingué sous le groupe de Québec une série de schistes et calcaires magnésiens qu'il croit en relation d'âge avec le grès de Potsdam, et qu'il considère comme pouvant représenter la zone primordiale. Le tableau suivant indiquera bien les relations actuellement admises par sir W. Logan entre les groupes de New-York et ceux du Canada oriental.

	GROUPES DU CANADA ORIENTAL.	GROUPES DE NEW-YORK.
Faune III.	. . . . Anticosti (groupe de passage). .	. . . . Niagara. Clinton. Medina. Oneida.
Faune II.	Richelieu. . . . . Sillery. . Québec.	Hudson river. Utica. Trenton. Black River. Birsd's eye. Chazy. Grès calcifère.
Faune I. . .	Schistes et calcaires magnésiens.	Grès de Potsdam.

Sir W. Logan, on le voit, a fait un pas vers le système taconique, puisqu'il abaisse le groupe de Québec ; toutefois il ne voit pas encore dans ce dernier un système antésilurien. Les couches

(1) Lettre du 31 décembre 1860 de Sir W. Logan à M. Barrande.
(2) *Canadian Naturalist and Geologist.* — Montréal, 1861 ; 201.

de Québec sont très-disloquées, suivant lui ; « le groupe dont elles font partie a été amené à la surface par un pli anticlinal renversé, avec une brisure et une grande dislocation, qui court le long de son sommet, de sorte qu'il paraît recouvrir la formation du Hudson River. Une série de semblables dislocations traverse la partie orientale de l'Amérique du Nord, à partir de l'Alabama jusqu'au Canada. Elles ont été décrites par MM. Rodgers et Safford. »

C'est précisément en se fondant sur les effets de ces dislocations que M. Emmons essayait naguère de répondre aux objections que lui opposaient ceux qui niaient la superposition des couches du Hudson River aux couches taconiques.

Dans des remarques postérieures sur le groupe de Québec (1), Sir W. Logan a indiqué la série suivante pour les environs de Québec, en allant du haut en bas :

Schistes gris foncé et grès (Hudson River).	
Schistes noirs (Utica).	
Calcaire (Bird's eye, Black River, Trenton).	
Grès et schistes rouges (Sillery)	Groupe de Québec.
Schistes rouges et verts.	Groupe de Québec.
Schistes gris et verts et grès.	Groupe de Québec.
Grès et conglomérats magnésiens.	Groupe de Québec.
Schistes verts.	Groupe de Québec.
Conglomérats magnésiens et schistes	Groupe de Québec.
Grès	Potsdam.
Schistes noirs et calcaires.	Potsdam.
Gneiss (laurentien).	

Le terme *laurentien*, emprunté par sir Rod. Murchison pour désigner le gneiss fondamental et antésilurien d'Écosse, a depuis assez longtemps été appliqué par les auteurs de la carte géologique du Canada (2) aux couches métamorphiques les plus anciennes de ce pays (schistes gnessiques ou hornblendiques, quartzites, calcaires cristallins).

Au-dessus de ce système, ils en reconnaissaient un autre qu'ils nommaient huronien, parce qu'il est surtout développé sur les bords des lacs Huron et Supérieur. C'est une série de schistes, grès, calcaires et conglomérats, intercalés avec de puissantes assises de diorite et reposant en stratification discordante sur le système

(1) *Remarks on the Quebec group of Rocks and the Primordial zone of Canada* 1861, janvier. — *Considerations relating to the Quebec group*, mai 1861.

(2) *Esquisse géologique du Canada*, par W. Logan et Sterry Hunt. — Paris, 1855.

laurentien. Ces roches avaient été rapportées au système cambrien (cambrien inférieur de M. Sedgwick).

Sur les îles au nord du lac Huron se trouvent, en stratification discordante sur le huronien, des couches fossilifères, correspondantes aux couches siluriennes de l'Europe et qui plus au sud reposent directement sur les roches laurentiennes, pendant tout leur affleurement le long de la vallée du Saint-Laurent.

Il est bien étonnant que sir W. Logan ayant été conduit à admettre l'existence de deux systèmes antésiluriens, le laurentien et le huronien, ne se soit pas préoccupé davantage d'en rechercher les rapports avec le système taconique de M. Emmons; d'autant plus que ce dernier avait divisé les couches taconiques en deux divisions, dont l'inférieure aurait pu être mise en parallèle avec le laurentien, la supérieure avec le huronien.

Quoi qu'il en soit, sir W. Logan continue encore à considérer toutes les couches de Québec comme siluriennes, et admet même qu'elles dominent des schistes et des calcaires, équivalents au grès de Postdam.

Cette opinion n'est point partagé par M. Marcou (1), qui a récemment décrit les environs de Québec, et notamment les couches de la Pointe-Lévy. Il y a vu deux systèmes de strates, dont l'un repose en discordance sur l'autre. Le système inférieur ou taconique forme le mamelon de la Redoute : le calcaire de la Redoute, très-dur, gris blanchâtre, contient une faune trilobitique composée de : Dikellocephalus magnificus, D. planifrons, D. Belli, D. Oweni, D. megalops, D. cristatus; Agnostus Canadensis, A. Americanus, A. Orion; Conocephalites Zeukeri; Arionellus cylindricus, Arion. subclavatus, Menocephalus Sedgwickii, M. globulus; Capulus, Orthisina, et une Crinoïde.

Le mamelon calcaire de la Redoute est entouré de calcaires bréchiformes et de poudingues magnésiens, plusieurs fois reployés, contenant : Bathyurus Saffordi, B. Cordai, B. oblongus, B. quadratus; Cheirurus Apollo, C. Erix; Camerella calcifera, Orthis, Ecculiomphalus Canadensis, E. intortus, Holopea, Maclura, Ophileta, Murchisonia, Pleurotomaria, Capulus, Orthoceras, Cyrtoreras.

Ces calcaires et poudingues appartenant au silurien inférieur sont associés à des marnes schisteuses. On voit aussi près de la Redoute des schistes taconiques brun-grisâtres, sableux, avec empreintes d'algue marine.

---

(1) *Compt. rend.* 1861; 2e vol., 915-8.

Entre l'église Saint-Joseph et le Saint-Laurent, est une série de schistes marneux, de poudingues calcaires, de calcaires à graptolites, paraissant former la partie supérieure du groupe des grès calcifères.

A la même occasion, M. Marcou (1) fit connaître la série stratigraphique qu'il avait observée dans l'État de Vermont et résumée dans le tableau suivant:

Terrain silurien inférieur.	Ardoises d'Utica (15 mètres). Calcaires de Trenton (24 mètres). Calcaires de Black river (12 mètres). Grès calcifère (180 à 300 mètres) avec Bathyurus Saffordi, Amphion Salteri, Camerella calcifera, Orthoceras, Murchisonia, Orthis, Maclurea, etc.	
Terrain taconique supérieur.	Grès de Potsdam (120 à 150 mètres).	Poudingues et grès rouges à la partie supérieure avec Conocéphalites. Deux ou trois cents pieds de dolomie au milieu à la base des grès rouges.
	Schistes de Saint-Albans (1.200 à 1.500 mètres).	Vers la partie supérieure, couches à Lingules de Highgate-Springs, avec Lingula et Orthis. Vers les deux tiers de la hauteur, schistes arénacés à trilobites de Georgia (Olenus Thompsoni, O. Vermontana, O. Holopyga). A peu près au milieu, grosses lentilles d'un calcaire très-dur à Saint-Albans. Vers la base, des ardoises et des schistes talqueux.

Plus bas la série taconique se continue, telle que le docteur Emmont l'a décrite dans ses divers mémoires.

D'après ses recherches, M. Marcou fut conduit à regarder le terrain taconique du docteur Emmons comme l'un des plus importants de l'Amérique du Nord : il lui attribua une puissance de 4.500 à 6.000 mètres.

On nous excusera si, pour épuiser ce qui se rapporte à l'intéressante question du terrain taconique, nous sortons un peu des limites chronologiques que nous nous imposons pour faire connaître les dernières coupes qu'en a présentées M. Marcou dans une lettre adressée le 2 août 1862 à M. Barrande. Un tableau détaillé,

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, 1861; 803. — Voir aussi, pour une coupe plus détaillée, *The Taconic and Lower Silurian Rocks of Vermont and Canada*, par Jules Marcou. — Boston, 1862.

que nous abrégerons un peu, montre la série suivante pour les environs de Georgia, Saint-Albans, Swanton, et Philipsburg dans le Vermont.

B. Silurien inférieur en stratification discordante sur le taconique.

A. 5. Grès de Potsdam (90 mètres) avec Conocéphalites.

4. Schistes de Swanton (600 mètres) avec Graptolithus pristis.

3. Groupe de Philipsburg (420 mètres). — Schistes avec Camarella calcifera, Amphion Salteri, Barthyurus Saffordi, Dikellocephalus, Ecculiomphalus, Orthoceras, Cyrtoceras, Lituitès, Orthis, Pleurotomaria, Holopea, Maclurea, Ophileta, Murchisonia.

2. Schistes de Georgia (120 mètres) avec bandes calcaires. — Olenus Thompsonii, Chrondrites, Oldhamia radiata, Obolella, Camerella antiquata.

1. Groupe de Saint-Albans (900 mètres). A la partie supérieure, schistes avec quelques nodules calcaires à Bathyurus et Olenus ; au-dessous, ardoises traversées par des veines de quartz.

A la base, le taconique inférieur est formé de quartzites, de conglomérats, de schistes talqueux, de calcaire cristallin, d'ardoises.

M. Marcou indique des groupes équivalents pour le taconique supérieur dans les environs de Pointe-Lévis et de Québec. Le grès de Potsdam seul n'y est point, suivant lui, représenté. La série qu'il indique montre de haut en bas:

4° Le groupe de Québec (représenté en Vermont par les schistes de Swanton) (720 mètres) schistes à Graptolithus pristis ;

3° Le groupe de la Pointe-Lévis (300 mètres), schistes, calcaires, conglomérat magnésien, grès, avec Obolella desiderata, Shumardia, Camarella calcifera, Bathyurus Saffordi, Ecculiomphalus, Cyrtoceras, Arionellus, Holopea, etc. (représente le groupe de Philipsburg du Vermont) ;

2° Groupe de la Redoute et de Gilmour (120 mètres), Schistes avec conglomérat magnésien et calcaire dur, Conocephalites, Dikellocephalus, Menocephalus, Bathyurus, etc. (représente les schistes de Georgia) ;

1° Groupe Chaudière et Sillery (900 mètres), schistes rouges, traversés de trapps — Obolella pretiosa.

Le taconique inférieur est formé de calcaire cristallin, de calcaires, de quartzites, de pyrites cuivreuses, conglomérats, etc.

A l'autre extrémité de l'Amérique du Nord, des travaux récents ont aussi reporté l'attention sur les terrains géologiques les plus anciens.

Dès 1852, M. Ferd. Rœmer avait décrit dans ses « Kreidebil-

dungen von Texas » quelques trilobites provenant de la vallée de San-Saba. M. Barrande y reconnut les genres qui caractérisent sa faune primordiale.

En 1859, M. Schumard a découvert d'autres fossiles siluriens dans le comté de Burnet, et a indiqué le parallélisme des roches qui les renferment avec le grès de Potsdam, le groupe du sable calcarifère d'Iowa, Wisconsin, Minnesota, et la série du calcaire magnésien du Missouri.

M. Schumard (1) a étendu récemment ses découvertes dans plusieurs autres comtés du Texas (Burnet, San-Saba, Llana, M'Culloch, Mason, Lampasas). La zone silurienne y est formée par une série de dolomies, de calcaires, de grès calcaires et siliceux, de conglomérats, ayant en tout un millier de pieds d'épaisseur et facile à séparer en deux divisions, dont la supérieure représente, suivant lui, le groupe du sable calcifère, l'inférieure le grès de Potsdam.

Ces roches reposent sur un granite rouge, et sont dominées par des calcaires très-purs, et des dolomies, qui correspondent peut-être au calcaire de Bird's-eye de la série de New-York. Quelques orthocères et straparolus qu'on y a découverts ne permettent pas encore d'en fixer l'âge.

La faune de la zone silurienne du Texas est très-analogue à celle du grès de Potsdam, d'Iowa, Wisconsin et Minnesota. M. Schumard n'a encore trouvé aucune espèce commune aux deux districts, mais les genres sont presque tous identiques : ce sont Dikellocephalus, Bathyurus, Arionellus, Conocephalites, Agnostus, Lingula, Discina, Orthis, Camerella, Obolus, Capulus.

— Nous avons cherché à faire connaître le sprincipaux éléments d'un problème qui présente encore bien des difficultés. Il ressort assez clairement de ce qui précède qu'on s'est trompé aux États-Unis en mettant au sommet du silurien inférieur les couches où se retrouve la faune primordiale de M. Barrande. Mais ces couches doivent-elles être rangées dans un terrain antésilurien, ou bien faut-il les placer simplement à la base du terrain silurien, avec le grès de Potsdam ? Telle est aujourd'hui la question. M. Marcou n'hésite pas à ranger le grès de Potsdam lui-même dans la période antésilurienne, et il appuie son opinion sur une discordance de stratification, en même temps que sur des considérations géologiques.

Sir W. Logan et M. Hall sont d'un autre avis ; et dans son adresse

(1) *Sill. Journ.*, 1861 ; 213.

à l'association britanique en 1861, Sir Rod. Murchison (1) disait : « Nous savons maintenant que le groupe taconique est du même âge que les lits inférieurs du Wisconsin décrits par M. Dale Owen, avec leurs Parodoxides, Dikellocephalus, etc., de même que la partie inférieure des roches de Québec, avec leurs Conocephalus, Arionellus, etc., décrits par Logan et Billings. Les schistes cristallins du Massachusetts, avec leurs beaux Paradoxides décrits par M. Rogers, et ceux du Vermont avec leurs Olenus, prouvent que la zone primordiale silurienne de M. Barrande (équivalant aux couches inférieures à Lingules de la Grande-Bretagne) est représentée sur de vastes étendues dans le Nord de l'Amérique. »

Et plus loin il ajoutait : « Bien que la zone primordiale de M. Barrande soit distinguée par des fossiles particuliers, il n'y a point de raison valide pour séparer cette faune rudimentaire de la grande série silurienne dont elle forme stratigraphiquement la base. » En continuant à regarder les lits à Lingules comme la base du silurien anglais, et en les identifiant avec les couches en litige dans l'Amérique du Nord, sir Rod. Murchison se range parmi les adversaires de M. Marcou.

Une chose est certaine : aux États-Unis aussi bien qu'en Angleterre, il existe à la base du terrain silurien des couches sédimentaires présentant une épaisseur énorme. Pour certains géologues, les fossiles qu'on y trouve ne diffèrent pas essentiellement de ceux du terrain silurien, en sorte que ces couches ne constituent pas un terrain proprement dit, caractérisé par une faune spéciale. Pour d'autres géologues au contraire, on ne saurait enfermer systématiquement dans le terrain silurien toutes les couches fossilifères anciennes; se basant particulièrement sur les caractères stratigraphiques, ces derniers élèvent au rang de terrain l'ensemble des couches qui se trouvent à la base du silurien (2). Il y a du reste bien longtemps que M. Élie de Beaumont avait annoncé l'existence, non pas d'un, mais de plusieurs soulèvements antérieurs à la période silurienne ; le métamorphisme a modifié profondément tous les caractères des roches sédimentaires les plus anciennes, et en l'absence des fossiles, l'étude des directions peut seule guider sûrement le géologue.

Les paléontologistes se féliciteront sans doute, et à bon droit, qu'une simple comparaison de fossiles ait permis à M. Barrande de tirer la géologie américaine de la fausse voie où elle était en-

(1) *Address to the Geological section of the British Association.* — Manchester, 1861.

(2) Voir aussi *Revue de géologie pour l'année* 1860 ; I, 112.

gagée; mais les problèmes qu'il a soulevés ne seront sans doute complétement élucidés que quand on connaîtra complétement les relations stratigraphiques des couches de l'Amérique du Nord. N'est-il pas singulier d'ailleurs que les observations si fructueuses de M. Barrande aient eu précisément pour effet de faire triompher les vues longtemps sacrifiées du docteur Emmons, dont l'œuvre a été presque exclusivement stratigraphique?

Silurien. — ÉCOSSE. — Il y a deux formations de gneiss distinctes en Écosse : l'une antésilurienne, l'autre silurienne. C'est l'auteur de la *Siluria* qui a eu la bonne fortune de reconnaître récemment l'existence d'un système de roches, antérieur au système qui a fait l'objet des études de sa vie entière et même antérieur au terrain cambrien.

Sir R. Murchison (1) a, pendant l'année 1860, montré que, dans le comté de Sutherland, il y a au-dessus du gneiss fondamental qu'il appelle laurentien et du grès cambrien en discordance sur ce gneiss, une série de couches en stratification concordante, depuis des quartzites et des calcaires appartenant au silurien inférieur jusqu'à des schistes micacés et des gneiss. De nouvelles études faites avec M. Geikie ont convaincu le géologue anglais que la même succession s'observe dans d'autres parties des Highlands. Tandis que sir R. Murchison explorait le gneiss inférieur qu'il nomme laurentien, M. Geikie a fait, sur une étendue de 60 milles, un grand nombre de coupes qui montrent le passage régulier et non interrompu des quartzites et des calcaires siluriens à des couches supérieures quartzeuses et micacées (qui quelquefois ressemblent à des gneiss), lesquelles passant elles-mêmes à des schistes chloritiques et à des schistes ardoisiers, occupent de très-vastes étendues dans le nord de l'Écosse. Sir Roderick Murchison a vérifié le même ordre ascendant dans le comté de Ross et dans les Highlands méridionaux. De nombreuses coupes accompagnent ce mémoire, qui est suivi par des considérations sur la stratification et sur la foliation des roches dans les Highlands d'Écosse. La masse des roches métamorphiques qui constitue ces montagnes est regardée par Sir Roderick Murchison comme équivalente au gneiss supérieur, qui repose sur les quartzites et sur les calcaires siluriens d'Assynt ainsi que de Durness et qui occupe une si vaste étendue dans le nord de l'Écosse.

(1) *Geol. Soc.*, 171. — Londres, 1861.
(2) *Quarterly Journal*, 1861; 256.

M. Harkness (2) a fait des observations relatives au même sujet sur d'autres points, dans les Highlands du nord-ouest et dans le nord de l'Irlande. Il s'attache à confirmer les conclusions de sir R. Murchison, et résume ses propres observations dans neuf coupes : 1° de Callender à Loch Earn, 2° de Loch Earn à Loch Tay, 3° de Loch Gay à Tlen Lyon, 4° de Dunkeld à Blair Athol, 5° du côté méridional des monts Ben-y-Gloe à Strath Ardle, 6° de Glen Lyon à Loch Treig, 7° de King's House par Glencoe à Ballahulish, 8° de la péninsule de Ardsheal depuis Benivair, 9° de Malin Head à Inishowen.

LOIRE-INFÉRIEURE. — Le terrain silurien de la Bretagne, si pauvre jusqu'ici au point de vue paléontologique, a pourtant fourni aux derniers explorateurs des restes fossiles, dignes du plus haut intérêt. M. Caillaud (1) en a trouvé en 1856 et 1857 à Erbray et Saint-Julien de Vouvantes. M. Bureau, en 1858, a fait de nombreuses découvertes sur le même point. D'après M. Barrande, une partie de ces fossiles serait identique à ceux de la faune troisième de Bohême, jusqu'ici inconnue dans la Loire-Inférieure.

CONDROS. — M. Gosselet (2) avait déjà signalé l'existence de fossiles siluriens dans le massif rhénan du Brabant. Il a depuis trouvé un nouveau gisement de ces fossiles dans le massif du Condros aux environs de Fosse, près de Namur.

SAXE. — Les schistes des environs de Wildsruff en Saxe avaient toujours été regardés comme primitifs, et il était assez naturel de le croire puisqu'ils contiennent quelquefois des mâcles ; mais MM. Geinitz et G. Kersten (3) y ont observé récemment des graptolithes : Monograpsus triangulatus (Harkness, M. Priodon) Bronn, M. Becki (Barrande, M. Nuntius) Barrande. Ces mêmes espèces se retrouvent dans les schistes siliceux et alunifères du Voigtland saxon et d'autres parties de la Saxe. Elles appartiennent à la partie supérieure du silurien inférieur. Ce sont les animaux les plus anciens qu'on ait rencontrés jusqu'à présent sur le sol de la Saxe.

RUSSIE. — M. Rœmer (4) a eu l'idée de décrire la faune fossile des cailloux roulés siluriens de Sadewitz près Oels dans la basse Silésie. Il a fait ensuite un voyage en Esthonie pour mieux déterminer l'âge relatif des calcaires d'Oels. M. d'Eichwald (5) a visité de son côté

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 330.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 538.
(3) *Denkschriften der Naturwissenchaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1860 ; 67, 110.
(4) *Die fossile Fauna des silurien Diluvialgeschiebe von Sadewitz bei Oels in Nieder Schlesien*, in-4. — Breslau, 1861.
(5) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 58.

les environs de Poulkova, pour observer en place le calcaire à Orthoceratites; on y trouve les mêmes fossiles qu'à Sadewitz, et M. d'Eichwald pense même que dans cette dernière localité, les fossiles ne sont point dans des débris diluviens, mais sont en place et renfermés dans les débris d'un banc de coraux local. Il a trouvé près de Poulkova un crinoïde blastoïde nouveau qu'il a nommé Asteroblastus stellatus.

Terrain dévonien.

MAINE-ET-LOIRE. — Des fossiles du dévonien inférieur ont été signalés par M. Bureau (1) dans le département de Maine-et-Loire.

BELGIQUE. — Le bassin anthraxifère de Namur ou septentrional présente une composition notablement différente de celle du bassin du Condros: les roches calcaires y dominent; en outre, les assises inférieures y sont souvent supprimées. Dumont avait réuni tous les calcaires dévoniens sous la dénomination de calcaire eifélien, et il avait retrouvé dans les autres roches les représentants de ses étages quartzo-schisteux des systèmes eifélien et condrusien. M. Gosselet, qui a donné plusieurs coupes de la partie dévonienne, a montré ensuite que certains poudingues rouges, rapportés au poudingue de Burnot, étaient d'une époque moins ancienne; en somme, il fut conduit à rapporter les nombreuses assises qu'il fit connaître au sous-étage des psammites du Condros, c'est-à-dire au tiers supérieur du dévonien supérieur ou famennien. M. G. Dewalque (2) y a démontré de plus l'existence du système eifélien ou dévonien moyen, conformément aux vues de Dumont. Il signale, entre autres, un poudingue inférieur qui avait échappé à M. Gosselet et qui représenterait le poudingue de Burnot; il signale aussi des fossiles du calcaire de Givet dans la bande calcaire inférieure. Ces deux faits lui semblent suffire, indépendamment d'autres considérations, pour admettre que les assises suivantes représentent tout le système quartzo-schisteux condrusien et non l'assise supérieure seulement.

MORAVIE. — MM. Wolf et Lipold (3) ont étudié les environs

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 337.
(2) *Note sur la constitution du système eifélien du bassin de Namur : Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1862 (2ᵉ s.), XIII, 146.
(3) *Comptes rendus de l'Académie de Vienne*; 1861, 26 février.

d'Olmütz, en Moravie. Des roches cristallines (granites, micaschistes, syénites, etc.) recouvertes par de puissants dépôts paléozoïques remplissent l'espace compris entre Brünn, Boskowitz et Olmütz. Des calcaires semi-cristallins, contenant des couches de minerais de fer, recouvrent les couches paléozoïques les plus anciennes. On y a trouvé le Stringocephalus Burtini, fossile caractéristique du dévonien inférieur; ce calcaire représente donc ceux de l'Eifel dans le système rhénan. Des marbres verts et rouges formant d'ailleurs une zone étroite représentent peut-être le calcaire à clyménies du dévonien supérieur.

Aux couches dévoniennes succède la puissante série des schistes et des grès, compris sous le nom général de grauwacke. Ce groupe entier est rapporté au terrain carbonifère inférieur.

Flore antécarbonifère du Nouveau-Brunswick, du Maine et du Canada. — Les terrains antérieurs au système carbonifère n'ont fourni jusqu'ici qu'une faune terrestre extrêmement pauvre. Dans le mémoire de M. Goeppert (1) sur la flore du silurien, du dévonien et du carbonifère inférieur, il cite 20 espèces siluriennes qu'il considère comme des algues, mais dont quelques-unes sont d'une définition très-contestable. Dans le dévonien inférieur, il cite 6 espèces, dont 5 algues et une *sigillaria*; dans le dévonien moyen, une espèce de Sagenaria. Dans le dévonien supérieur, le nombre s'élève à 57 espèces, dont toutes, sauf 7, sont terrestres. M. Dawson (2), dont nous avons cité dans notre dernière Revue les intéressants travaux sur la structure et l'origine de la houille (3), a fourni de nouveaux éléments à l'étude de la faune antécarbonifère, en décrivant les espèces de Saint-Jean, de Perry et de Gaspé. Les grès de Gaspé, au Canada, ont montré 6 espèces dévoniennes, dont quelques-unes sont très-intéressantes et en parfait état de conservation. Saint-Jean, situé dans le Nouveau-Brunswick, et Perry, dans le Maine, en ont donné 18 autres. Aucune de ces espèces n'a été encore trouvée dans le terrain carbonifère d'Amérique.

(1) *Revue de géologie*, I, 112.
(2) *Canadian Naturalist*, mai 1861.
(3) *Revue de géologie*, I, 96.

Terrain carbonifère.

Nord de la France. — M. Émile Dormoy (1) a fait connaître l'allure générale du bassin houiller du nord de la France, et en a indiqué la coupe théorique prise à trois époques différentes : 1° après son dépôt; 2° après le soulèvement général du midi; 3° après un cataclysme hypothétique venant du nord.

Saint-Étienne. — Le terrain houiller des environs de Saint-Étienne a été étudié par M. Leseure (2). L'ensemble d'assises que M. Grüner a appellé système de Rive-de-Gier comprend à sa base une brèche, à sa partie moyenne une série de schistes et de grès avec quelques couches de houille, et à sa partie supérieure un conglomérat de galets quartzeux à ciment de grès. Cette distinction en trois étages est nettement établie dans le puits Saint-Louis, concession de la Grand' Croix.

Russie. — Des sondages ont fait découvrir des couches de combustible minéral à Malowka, dans la Russie centrale. M. Göppert (3) décrit le charbon de cette localité comme formé de feuillets bruns flexibles, semblables à ceux qu'on observe dans les couches de lignite ou même dans la tourbe, au fond des vieux étangs. Les restes végétaux reconnus dans le charbon de Malowka ne laissent pourtant pas de doute sur son antiquité géologique : ce sont principalement des restes de stigmaria ficoïdes, avec des Lépidodendrées, des Araucarites, des Calamites, des Noeggerathia. D'après M. de Helmersen (4), le charbon de Malowka, comme celui de Tawarkowo, ne repose point sur le calcaire carbonifère, mais sur des couches dévoniennes recouvertes par ce calcaire. Il en est de même dans le gouvernement de Nowgorod et de Moscou. Dans ce vaste bassin de 20.000 verstes carrées, la houille se montre sous les calcaires à Productus gigas, sur lesquels s'appuient encore, au milieu du bassin de Moscou, les couches supérieures du calcaire carbonifère, contenant le spirifer mosquensis.

Polypiers et bryozoaires. — Sur les bords des rivières Uswa, Koswa, Kiesel, Lithwa, Wilwa, à l'est de Perm, en Russie, M. R. Ludwig (5) a trouvé de nombreux récifs formés de coraux et de

(1) *Bull. géol.*, 1861-62; 22.
(2) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, IV, V et VI, 667.
(3) *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 199.
(4) *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, XVI, 362; 1858.
(5) *Die in der Ungebung von Lithwinsk in der Kalksteinen der Steinkohlen Formation vorkommenden Korallen-und Bryozoenstocke.* — Moskou.

bryozoaires qui appartiennent au calcaire carbonifère. Dans le pays de la Petchora, M. de Keyserling avait déjà observé les mêmes fossiles dans cette formation ; mais M. Ludwig pense que les dénominations adoptées pour plusieurs d'entre eux sont inexactes et doivent être changées. Les fossiles recueillis par M. Ludwig sont très-bien conservés et n'ont pas été incrustés par des infiltrations ; d'après leur examen, il pense être en mesure de formuler les conclusions suivantes :

Une grande partie des polypiers du calcaire carbonifère de l'Oural s'accroissaient d'après la même loi que les Polyactinies qui peuplent les mers actuelles.

Aucun de ces polypiers n'a des formes étoilées présentant la division par quatre ; tous ceux qui appartiennent aux Polycyclies (Bronn) présentent la division par six.

Quant aux Monocyclies, elles appartiennent toutes à la famille des Octactinies.

Les Polycyclies comprennent d'ailleurs deux divisions. La première, nommée *flabellata* par M. Ludwig, est soumise à la même loi que celles qui vivent maintenant ; la deuxième, nommée *pinnata*, s'éloigne tellement par ses caractères de tous les autres polypiers, qu'elle ne peut être rapprochée, ni de ceux qui vivent maintenant, ni de ceux de la période mésozoïque. Il y a même lieu de se demander si les animaux compris dans la seconde division sont encore des actinozoaires, ou bien des animaux d'une classe plus élevée. En tous cas, les fossiles de cette division sont très-répandus dans le silurien, dans le dévonien, ainsi que dans le carbonifère d'Europe ou d'Amérique.

Quant aux Bryozoaires, ils se laissent tous comparer avec les espèces vivantes.

Crustacé. — M. Salter (1) a figuré et décrit un Crustacé macroure nouveau du terrain houiller, qu'il nomme Anthrapalæmon Grossarti. Cet animal a été trouvé à Goodhock Hill, Lanarkshire, dans le fer carbonaté argileux (blackband-ironstone), associé à des Lingula, des Conularia et des Poissons.

Terrain permien.

Yorkshire. — Dans le sud du Yorkshire le terrain permien est subdivisé, ainsi qu'il suit, par M. Kirkby (2) en allant de haut en bas :

(1) *Quarterly Journal*, 1861, 28.
(2) *Quarterly Journal*, 1861, 287.

5° Marnes bigarrées.
4° Calcaire supérieur, y compris les lits de Brotherton et la marne rouge inférieure avec gypse.
3° Dolomie à grain fin.
2° Calcaire inférieur.
1° Grès rouge inférieur.

Les lits de Brotherton sont des calcaires en couches minces, durs et compactes, jaunes et gris : ils contiennent quelquefois des moules d'Axinus dubius et de Myalina Hausmanni, avec des débris qui semblent se rapporter à des Algues.

Les assises 1°, 3° et 5° sont toutefois dépourvues de fossiles : dans le calcaire inférieur, M. Kirkby en cite 31 espèces, dont 12 seulement avaient été signalées auparavant dans le Yorkshire par MM. Phillips, Sedgwick et King.

Toutefois la faune permienne du Yorkshire demeure pauvre en comparaison de celle du Durham, où l'on compte 118 espèces.

Dyas.— La position géologique et le nom même du terrain permien ont été mis en question dans ces derniers temps. Le point de départ de ces débats est une brochure publiée en 1859 par M. Marcou sous le titre de *Dyas et Trias*. Dans l'ouvrage consacré à la géologie de la Russie, Sir R. Murchison et M. de Verneuil avaient fondé le nom de terrain permien pour un groupe comprenant le rothliegende, le zechstein et la partie inférieure du buntersandstein; le permien d'Allemagne devenait ainsi un trias inférieur ou paléozoïque, placé sous le trias secondaire. Le point délicat de cette classification est visiblement celui-ci : le buntersandstein ou grès bigarré est dédoublé en deux parties, dont l'une, la plus basse, est mise dans le permien, et dont la plus élevée reste dans le trias. Ce dédoublement est-il fondé sur des caractères stratigraphiques ou paléontologiques suffisants? C'est ce qu'a nié M. Marcou. En rejetant toute la masse du grès bigarré dans le trias, il ne laissait plus dans le terrain inférieur que le zechstein et le rothliegende, et proposait pour la réunion de ces deux termes le nom de dyas.

Si M. Marcou en était resté là, il aurait eu la satisfaction de voir M. Geinitz se ranger de son côté; car le nom et la délimitation du dyas ont été adoptés par le géologue de la Saxe dans l'important ouvrage qu'il vient de consacrer au terrain permien. Mais tandis que M. Marcou retirait le dyas de la série des terrains paléozoïques, M. Geinitz était conduit par l'étude approfondie de sa faune à l'y maintenir. Dans sa savante monographie, M. Geinitz (1)

(1) Dyas. *Oder die Zechstein-Formation und der Rothliegende.*— Leipzig, 1861.

fait la description complète de ce terrain, le suit d'une partie de l'Europe à l'autre et jusque dans le Spitzberg et l'Amérique du Nord.

Voici la classification stratigraphique adoptée par cet auteur :

B. Zechstein.		A. Rothliegende parallèle à la formation marine du Zechstein.
Zechstein supérieur.	5. Dolomie (Upper yellow limestone d'Angleterre).	
Zechstein moyen.	4. Rauchwacke ou Dolomie (Shell-limestone d'Angleterre).	*Ab.* Rothliegende supérieur, qui parallèle en Allemagne au Zechstein moyen et inférieur, s'élève en Angleterre jusqu'au Zechstein supérieur.
Zechstein inférieur.	3. Zechstein passant par le bas à des marnes bitumineuses (Compact limestone, Angleterre). 2. Schistes cuivreux (Marlslate d'Angleterre). 1. Weissliegendes (Kupferletten de Hesse; Sanderz de Thuringe; dolomie ancienne de Gera).	
Aa. Rothliegende inférieur; grès à Walchia (M. Ludwig), grès rouges; porp y es, retinites, mélaphyres, etc.		

D'après l'ensemble de ses observations, M. Geinitz n'hésite pas à rattacher son dyas à la période paléozoïque. Il se sépare ainsi bien nettement de M. Marcou, tout en adoptant le nom que celui-ci a proposé, et en retranchant comme lui du groupe nouveau la partie inférieure du grès bigarré.

Sir Roderick Murchison (1) a dû naturellement prendre la défense du terrain permien; sa critique des idées de M. Marcou a surtout porté sur le nom de *dyas* et sur les inconvénients qu'offre une dénomination de ce genre.

Le terrain permien a en effet des subdivisions variables d'un pays à l'autre; en Allemagne il comprend deux parties constituantes principales, le Rothliegende et le Zechstein ; mais, en certaines régions, à Eisenach, par exemple, le zechstein passe à des marnes sableuses et à des argiles supérieures (Bunterschiefer). En Angleterre le permien ne forme dans le Shropshire et le Staffordshire qu'une vaste masse arénacée. M. Binney a retrouvé les fossiles du zechstein dans des marnes rouges intercalées dans la partie supérieure de cette masse; de plus, en suivant ces roches vers le nord, il a montré qu'il y a au-dessous des conglomérats, et des grès rouges ayant 600 mètres d'épaisseur. M. Harkness estime l'épaisseur de ces grès et conglomérats inférieurs, dans le Cumberland, à

(1) *On the impropriety of the name* Dyas.—Murchison, *Quarterly Journ.*, 1861.

1.200 à 1.500 mètres ; ils y sont surmontés de schistes à empreintes végétales, de couches argileuses, sableuses et calcaires ; ces dernières qui représentent le calcaire magnésien, sont terminées par des schistes rouges argileux. En Écosse, le terrain n'offre plus de calcaires et ne forme qu'une masse uniforme de grès.

Ces variations dans les éléments constituants du terrain permien paraissent à sir Rod. Murchison une raison suffisante pour repousser la dénomination de Dyas, qui, bonne pour la Saxe, ne l'est plus dans d'autres pays.

Faune. — Le nombre des espèces animales décrites par M. Geinitz dans le Dyas s'élève à 216. La classe des Sauriens est représentée par 9 ou 10 espèces ; on y distingue des Lacertiens et des Labyrinthodontes. Ces derniers apparaissent pour la première fois dans la formation carbonifère et prennent plus tard un grand développement dans le trias.

Du reste, le nombre des reptiles signalés tend tous les jours à augmenter ; car le calcaire du rothliegende inférieur des environs de Hohenelbe, présente des empreintes de pas qui ont été rapportées par M. Geinitz (1), à deux reptiles distincts : Saurichnites Salamandroïdes et S. Lacertoïdes. Dans le calcaire du rothliegende de Niederhasslich, le même géologue a trouvé une dent d'un nouveau labyrinthodonte, Onchiodon labyrinthicus. Enfin le percement du puits de la compagnie houillière d'Oberlungwitz, dans l'Erzgebirge, a amené la découverte, dans le rothliegende, d'un saurien que M. H. de Meyer a nommé Phanérosaurus Naumanni en l'honneur du savant professeur C. F. Naumann.

Parmi les poissons du Dyas, dont M. Geinitz décrit 43 espèces, les ganoïdes hétérocerques sont de beaucoup prédominants et montrent une grande analogie avec les espèces carbonifères.

La classe des crustacés, représentée par 25 espèces, fournit de nombreux entomostracés ; elle offre aussi les prototypes des Décapodes et des Isopodes ; ces derniers semblent apparaître pour remplacer les tribolites.

Les Gastéropodes (25 espèces) et les Conchifères (40 especes) sont mi-paléozoïques, mi-mésozoïques.

Les Brachiopodes (30 espèces), selon M. Geinitz, sont purement paléozoïques et présentent les formes qui servent le mieux à reconnaître le zechstein. Les genres Productus, Strophalosia, Or-

---

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*. redigirt von Dr A. Drechsler. 1861, 29.

this, Camarophoria appartiennent exclusivement à la période paléozoïque; les autres genres sont: Terebratula, Rhynconella, Spirigera, Lingula, Discina, Crania, Spirifer. Ces derniers remontent, on le sait, dans les terrains supérieurs, mais les Térébratules du zechstein ressemblent à s'y méprendre à celles du dévonien, et souvent on a considéré d'autres brachiopodes du zechstein comme identiques à des espèces du terrain carbonifère. C'est ainsi que M. Kirkby (1) a cru découvrir dans les couches carbonifères de Durham, la Lingula Credneri, fossile considéré comme caractéristique du permien. A cette occasion, ce géologue a cité plusieurs autres espèces communes à ces deux terrains et cherché à prouver que le permien ne doit pas être considéré comme un système géologique indépendant. La connexion entre les formes organiques des terrains carbonifères et du terrain permien est, d'après M. Kirkby, plus intime que celle qui existe entre le silurien et le dévonien, ou entre le dévonien et le carbonifère.

M. Geinitz n'accepte point l'identification reconnue par M. Kirkby; il n'y voit qu'une ressemblance de plus qui rapproche la faune permienne des faunes paléozoïques. La même analogie se reproduit pour les treize zoophytes qu'il décrit.

Flore. — Pour ce qui est de la flore du dyas, elle est étroitement liée à celle de la formation houillère.

Il a été bien constaté que quelques espèces houillères s'élèvent jusque dans les couches du rothliegende, notamment les Cyatheites arborescens, Walchia piniformis, quelques formes des noeggerathiées.

Il ne paraît pas non plus que les sigillariées aient complétement disparu après le terrain houiller. M. Geinitz (2) signale, en effet, plusieurs Sigillaria qu'il a observés dans le terrain permien. Il décrit spécialement Sigillaria Dauziana trouvé à la partie inférieure du Rothliegende aux environs de Smalkalden. Ce Sigillaria se rapporte à la famille des Leiodermariæ de Goldenberg; il est d'ailleurs associé à des fossiles permiens, notamment au Walchia piniformis.

---

(1) *Proceed. of geol. Soc.*, 1860; 412.

(2) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 672.

TERRAINS MÉZOZOÏQUES.

Terrain triasique.

CHESHIRE ET WARWICKSHIRE. — Dans une étude sur les terrains secondaires de l'Angleterre, M. E. Hull (1) s'est spécialement occupé du trias. La comparaison de coupes faites dans le Cheshire et dans le Warwickshire oriental lui a donné les résultats suivants :

	Cheshire, mèt.	Warwick. mèt.
Marnes irisées	910	120
Grès du keuper inférieur	140	60
Grès bigarré	650	»
	1.700	180

On voit que l'épaisseur de ce terrain est presque dix fois plus grande dans le premier comté que dans le deuxième. Il y a donc un amincissement bien prononcé vers le sud-est de l'Angleterre. Le développement que le trias peut prendre montre du reste toute son importance; et M. Hull fait remarquer qu'on ne lui en a pas accordé assez. Car de nombreuses variations s'observent dans le régime de ces dépôts qui s'opéraient dans des eaux, tantôt tranquilles et tantôt courantes; en outre le trias a été soumis à beaucoup de dislocations.

WEIMAR. — La faune du trias, qui passe également pour assez pauvre, a été enrichie depuis quelques années par les travaux de divers savants : on doit une description détaillée des mollusques des environs de Weimar à M. Charles de Seebach (2). Le trias de cette région est par lui subdivisé comme il suit :

Keuper.	Marnes irisées moyennes. Dolomie. Marnes irisées inférieures.
Lettenkohle.	Sables. Argiles.
Muschelkalk supérieur. (Friedrichshall.)	Argiles. Banc à Terebratula vulgaris. Argiles à Gervillia socialis. Calcaires à Encrinites liliformis, Tereb. vulgaris, Lima striata. Muschelkalk oolitique.

(1) *Revue universelle des mines, des sciences et des arts appliqués à l'industrie*, 1861; X, 30.

(2) *Zeitsch. d. d. g. G.*, 1861; 551.

Muschelkalk moyen. (Groupe de l'anhydrite.)	Calcaire marneux supérieur. Marnes dolomitiques. Calcaire marneux inférieur.
Muschelkalk inférieur ou Wellenkalk.	Calcaire à Myophoria orbicularis. Schaumkalk ou calcaire à Terebratules upérieur. Wellenkalk supérieur. Calcaire à Terebratules inférieur. Wellenkalk inférieur. Dolomie. Banc à Trigonies.

M. de Seebach décrit : Terebratula (1 espèce). Spirifer (1). Ratzia (1). Lingula (1). — Ostrea (4). Anomia (1). Melanoposis (1). Pecten (6). Hinnites (1). Lima (3). Estheria (1). Gervillia (6). Mytilus (1). Modiola (4). Lithodomus (2). Arca (1). Nucula (4). Myopharia (12). Astarte (2). Cypricardia (1). Myoconcha (2). Corbula (1). Pholadomya (4). Thracia (1). Myacites (2). — Dentalium (1). Pleurotomaria (1). Trochus (1). Natica (4). Evomphalus (1). Turbonilla (2). Turbinella (1). — Nautilus (1). Ceratites (3). Goniatites (1). Rhyncolithus (1). Conchorhynchus (1). En tout 4 brachiopodes, 60 pelécypodes, 11 gastéropodes, 7 céphalopodes, soit 82 espèces de mollusques. Il est des fossiles qui sont communs à toutes les couches du trias; tels sont : Lingula tenuissima, Pecten Albertii, Gervillia socialis, G. costata, Myophoria vulgaris, Natica Gaillardottii, Gyrolepis Albertii, et Nothosaurus.

Les fossiles spéciaux au muschelkalk sont : Encrinus liliiformis, Terebratula vulgaris, Spirifer gracilis, Ostrea ostracina, Pecten discites, Hinnites comtus, Myophoria elegans, M. ovata, Myoconcha Thielani, Corbula dubia, Dentalium lœve, Pleurotomaria Albertiana, Turbonilla dubia, Serpula volvata.

Foraminifères. — MM. Jones et Parker (1) ont signalé une trentaine de foraminifères dans des marnes bleues et rouges, rapportées avec quelque doute cependant à la partie supérieure du Keuper : l'excavation de laquelle ils proviennent est ouverte pour l'extraction du gypse et elle se trouve à Chellaston, près Derby.

Ces auteurs indiquent les genres Nodosaria, Lingulina, Frondicularia, Flabellina, Dentalina, Vaginulina, Marginulina, Planularia, Cristellaria, Polymorphina, Bulimina, Rotalia, Lituola, Nubecularia; ils font passer toutes les espèces à travers le lias, l'oolite, la craie,

(1) *Geolog. Society*, 1860.

les terrains tertiaires, jusqu'à l'époque actuelle et ils les comparent à celles qui ont été décrites pour ces différents terrains.

C'est la première fois qu'on a signalé la présence des foraminifères dans un terrain où les fossiles en général sont assez rares.

Limite entre le trias et le lias.

Nous signalions l'an dernier de nombreux travaux consacrés à l'étude du bone-bed et des lits dits à Avicula contorta qui forment la limite encore assez incertaine entre le trias et le terrain jurassique (1).

ANGLETERRE. — En Angleterre, M. Charles Moore (2) a encore ramené l'attention sur ces couches : voici ses subdivisions prises du haut en bas.

Zone à Ammonites planorbis.
Zone à Enaliosauriens.
Lias blanc. . . . . } formation rhétique.
Lits à Avicula contorta. }
Marnes du Keuper.

M. Moore propose de joindre le lias blanc aux lits à avicules sous le nom commun de formation rhétique qu'il emprunte à M. Gümbel, géologue bavarois ; il rattache d'ailleurs au trias l'ensemble de cette formation.

La faune du lias blanc est pauvre et les espèces qui la caractérisent, Ostrea liassica Strikl., Plicatula interstriata Ew., Modiola minima, se trouvent aussi dans les lits inférieurs : les Monotis, Lima, Cypris, Estheria, quelques univalves de formes spécifiques douteuses, qui se rencontrent également dans le lias blanc, ont plutôt leurs représentants dans les lits à avicules que dans les couches à sauriens.

Les lits intermédiaires entre les marnes du Keuper et le lias inférieur qui n'ont en Angleterre que 11 mètres d'épaisseur, deviennent très-épais à Saint-Cassian et à Hallstadt : ils sont également représentés par les puissantes couches de Kössen, par le dépôt de l'Azzarola des Italiens, par les lits de Starkenberg et le Dachsteinkalk des géologues autrichiens.

M. Moore donne une table des fossiles rhétiques d'Angleterre

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, vol. I, p. 127.
(2) *Quarterly Journal*, 1861 : 483.

qui ont été trouvés à Holwell, Beer, Vallis, Stoke, Elphill dans la zone à Avicula contorta : cette liste comprend :

Un mammifère ; Microlestes antiquus. Plieninger. — 7 poissons, — 2 crustacés, — 1 cirripède, — 42 mollusques, — des échinodermes, zoophytes, — une plante, etc. Le mémoire contient la description et les figures d'un très-grand nombre de ces espèces, dont plusieurs sont nouvelles et dues à M. Moore.

Nous avons eu récemment (1) l'occasion de visiter la collection de M. Ingram, à Harvington près Evesham. Le bone-bed se montre dans cette région, au-dessus des marnes irisées ; nous avons vu des échantillons bréchiformes où des noyaux de marne jaunâtre sont empâtés dans le bone-bed ; la couche à avicules est vert foncé, pyriteuse, remplie de petites dents de poissons ; elle renferme une immense quantité de tæniodon dont les deux valves sont ordinairement réunies. A ces bivalves sont mêlées les avicules contournées. Au-dessus de cette couche viennent les couches argileuses avec sauriens, insectes, empreintes végétales, puis les lits marneux à Ammonites planorbis. Cette coupe, que nous avons pu vérifier en partie, est bien conforme à celle qu'indique M. Moore.

BOURGOGNE. — M. Guillebot de Nerville (2) nous a rappelé qu'il a, dès l'année 1847, constaté l'existence du bone-bed à la base de l'infralias de la Bourgogne. Il est surtout bien caractérisé au souterrain de Blaisy où il paraît composé des quatre couches qui suivent :

Grès quartzeux effervescent, moucheté de pyrite de fer, présentant des rubans à gros grains anguleux, avec dents de poissons (Squales?)	0m,55
Marnes noires schisteuses renfermant quelques vertèbres de Sauriens	0, 10
Grès fin blanchâtre avec veinules marneuses noires	0, 30
Marnes argileuses noires très-feuilletées, enchâssant de gros bancs lenticulaires d'un grès à ciment calcaire à grains quartzeux, anguleux et luisants, avec dents de poissons et de Sauriens ; elles atteignent quelquefois	0, 45

Elles dégénèrent en beaucoup de points en une brèche calcaire.

Dans les puits à plâtre de Mémont qui sont assez voisins de Blaisy, M. G. de Nerville a bien rencontré des grès quartzeux, divisibles en plaques minces et renfermant des dents de poissons ; mais jusqu'à présent on n'a pas trouvé de bancs à ossements. Les mêmes ossements de sauriens s'observent encore à Thoste, à Beauregard, et ils sont alors dans une lumachelle ferrifère avec avicules, pectens et chemnitzies.

(1) Notes prises par M. Laugel en Worcestershire.
(2) Lettre à M. Delesse.

Hanovre et Brunswick. — M. Schlönbach, qui a constaté en 1860 l'existence du bone-bed à Salzgitter (1), est revenu encore plus récemment sur le même sujet (2). Cette couche, suivant lui, joue à peu près le rôle du terrain wealdien, intercalé entre le Jura et la craie, ou de l'argile de Speeton intermédiaire entre le néocomien et le gault; elle a un facies mi-triasique, mi-liasique; M. Schlönbach l'a spécialement étudiée dans le Hanovre et dans le Brunswick. Voici la liste des fossiles du groupe du bone-bed allemand :

Cardium Rhæticum Mer., Tæniodon præcursor Sch., Tæniodon Ewaldi Born., Leda Deffneri Opp., Anodonta Deffneri Deffn., Mytilus minutus Goldf., Gervillia præcursor Qu., Gervilia inflata Schafn., Avicula contorta Portl., Pecten acutiauritus Schafn., Lingula Suessi Stoppani; petits gastéropodes, dents, écailles, coprolites, restes de labyrinthodon, calamites, cycadées, fougères, etc.

1° Le vrai lit à ossements se trouve à la limite des marnes irisées supérieures et du grès du bone-bed.

2° Un deuxième lit à ossements se rencontre dans des plaques de grès supérieures au quadersandstein du bone-bed principal; mais il n'y reste guère que des empreintes.

3° Les coquilles de Kössen, notamment l'Avicula contorta, s'observent tant au-dessus qu'au-dessous de ce quadersandstein : il en est de même du Teniodon præcursor, petit bivalve dont on rencontre de grandes quantités réunies.

4° Le bone-bed inférieur, ainsi que les grès qui le surmontent, renferment des restes de Labyrinthodon.

Alpes bavaroises. — M. Winkler (3) a spécialement étudié les couches à Avicula contorta des Alpes bavaroises; il n'hésite pas à en faire un étage nouveau qu'il nomme *Oberkeuper* ou keuper supérieur. Quels sont suivant lui les titres de ce nom nouveau qui vient après celui d'*infraliasien* donné par M. Stoppani, d'*infralias* de M. Martin, de *Muschel-keuper* de M. Gümbel?

Les matériaux paléontologiques qui ont servi de fondement à l'opinion de M. Winkler ont été recueillis sur la Koth-Alpe près Fischbachau, dans la haute Bavière. Les fossiles y sont très-abondants et dans un admirable état de conservation.

Pour ranger les couches en litige dans le trias, ainsi que l'a fait Sir Charles Lyell, M. Winkler invoque :

1° Les vertébrés communs au trias et au bone-bed;

---

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 1er volume, p. 129.
(2) *N. Jahrb. v. Leonhard*, 1862; p. 146.
(3) *Zeitsch. d. d. g. Ges.*, 1861; p. 159. — Berlin.

2° La présence de quelques mollusques et le caractère général de la faune qui rappelle celle de Saint-Cassian.

D'un autre côté, on a fait valoir des raisons d'une grande importance pour attribuer à ces couches un caractère jurassique :

1° Les vertébrés des couches à Avicules, considérés comme liasiques, n'ont pas été déterminés avec certitude (Oppel);

2° Quelques-uns de ces vertébrés manquent dans le trias et ont de l'analogie avec des espèces liasiques (Oppel).

3° Le genre Sphærodus ne se trouve jamais au-dessous du lias et l'Acrodus nobilis appartient positivement au lias : un Hybodus est plutôt allié des espèces jurassiques que des espèces triasiques (Alberti).

4° Les espèces du bone-bed s'élèvent dans certaines localités jusqu'au calcaire à Ammonites planorbis (Oppel).

5° Quelques animaux des couches à Avicules contournées passent dans le lias (Rolle, Martin, Stur).

6° Le bone-bed est intercalé dans un calcaire à Amm. Hagenowi (Rolle);

7° Une bélemnite a été trouvée dans les couches à Avicula contorta (de Mortillet);

8° Les brachiopodes ne peuvent se comparer qu'à ceux du lias (Stur);

9° Beaucoup d'espèces liasiques s'observent dans les couches à Avicules; telles sont : Amm. planorbis (Winkler, Stur); Lima punctata (Leymerie), Nucula complanata, Pinna folium, Pecten liasinus, Terebratula cornuta, Spirifer rostratus, Spirifer Münsteri, Lima gigantea (v. Hauer, Suess).

A ces arguments, M. l'abbé Stoppani en a d'ailleurs ajouté de nouveaux en signalant en Lombardie 24 espèces jurassiques dans les couches à Avicules. Toutefois il a admis que leur faune présente un caractère mi-triasique, mi-liasique, tout en donnant au dernier la prééminence.

Malgré les raisons qui viennent d'être énumérées, M. Winkler maintient son opinion. Il conteste les déterminations des fossiles réputés jurassiques par M. Stoppani, mais il pense, ocmme plusieurs géologues, que les couches à Avicula contorta doivent être élevées à la dignité d'un étage spécial. Il donne la liste complète des animaux qui en composent la faune, d'après ses propres recherches et d'après celles de Guembel, von Hauer, Quenstedt, Winkler, von Münster, Escher, Stur, Oppel, Suess; cette liste, bornée aux Alpes septentrionales, ne comprend pas moins de 85 genres et 239 espèces (M. Stoppani avait compté 176 espèces

en Lombardie). D'autre part, Oppel cite dans le lias 76 genres renfermant 383 espèces; d'après von Münster, la faune de Saint-Cassian comprend 79 genres et 422 espèces. Tout le reste du trias n'a que 119 genres et 595 espèces, d'après von Münster, Alberti, Giebel et Schauroth. La simple comparaison de ces chiffres fait immédiatement ressortir l'importance des couches à Avicules.

M. Winckler nie d'ailleurs l'identité d'aucune espèce appartenant à ces couches, soit avec celles du lias, soit avec celles des parties inférieures du trias; il critique sans exception toutes les déterminations qui sont contraires à sa thèse. Les affinités générales de la faune des couches à Avicules la rapprochent toutefois du trias, dans l'esprit de l'auteur, qui pour conclusion de son mémoire, propose de classer comme suit ce terrain secondaire:

1° Grès bigarré; 2° Muschelkalk; 3° Keuper; 4° Ober-Keuper.

Les couches à Avicules formeraient ainsi un quatrième étage du trias, étage indépendant et de même valeur géologique que les trois autres parties de ce terrain.

PENNSYLVANIE. — En Amérique, nous avons aussi à signaler un travail relatif à des couches qui servent de limite commune au trias et au lias. En effet, M. Charles Wheatley (1) signale la découverte d'un bone-bed dans le « nouveau grès rouge » de Phœnixville en Pennsylvanie. Un tunnel percé près de cette ville montre la coupe suivante:

1° Schistes bitumineux noirs, avec os de sauriens, esthéries, restes de poissons ganoïdes et de cypris;

2° Alternances de schistes noirs avec estheries, cypris, coprolites, débris de poissons ganoïdes et de couches de grès rouge avec plantes;

3° Bone-bed, rempli d'os de sauriens;

4° Schiste bitumineux noir, avec estheries et coprolites.

Les poissons de Phœnixville sont: Turseodus acutus (Leidy), Rodiolepis speciosus (Emmons), Catopterus gracilis (Redfield). Les reptiles sont: Clepsisaurus Pensylvanicus (Lea), Eurydorus serridens (Leidy), Composaurus? Leidy, Centemodon sulcatus (Lea).

Les schistes et grès de Phœnixville ont beaucoup de ressemblance avec ceux de Nagpùr et Mangali dans l'Inde centrale, que MM. Hislop et Hunter rapportent à la partie inférieure du terrain jurassique.

(1) *Sillim. Journal*, 1861; 41.

Terrain jurassique.

Lias.

AISNE, ARDENNES. — Un gisement de fossiles liasiques a été trouvé près d'Hirson (Aisne); sur 17 espèces déterminées par M. d'Archiac (1), 14 se retrouvent dans le second étage du lias de Calvados. M. Édouard Piette (2) a signalé un gîte coquillier semblable à Maubert dans les Ardennes, les fossiles s'y rencontrent dans une limonite ferrugineuse.

Ces gisements présentent une grande analogie avec les anciens rivages de la mer liasique, connus depuis longtemps dans le département du Calvados, à May, à Fontaine-Étoupefour, à Amége-sur-Orne, etc.

MOSELLE. — M. Terquem (3) a continué ses recherches sur les foraminifères du lias de la Moselle (étage moyen et étage inférieur).

Le total des genres reconnu dans le lias s'élève à 24 ; le total des espèces découvertes jusqu'à présent à 112, et ce chiffre est sans doute destiné à s'accroître.

Les coupes géologiques de deux points intéressants, faisant connaître le lias des environs de Metz, avaient encore été envoyées à l'Exposition par MM. O. et A. Terquem (4). La première est celle du mont Saint-Quentin, la deuxième celle de la côte Saint-Julien. Les deux coupes portent des cotes rapportées au niveau de la plaine ou de la Moselle; ces cotes sont celles de la partie supérieure de chaque couche :

Mont Saint-Quentin.

		cotes. mèt.	épaisseur. mèt.
Oolite inférieure, calcaire ferrugineux		190,0	44,5
Lias supérieur.	Hydroxyde de fer	145,5	0,5
	Grès supraliasique	145,0	45,0
	Calcaire gréseux	100,0	8,0
	Marnes à trochus	92,0	18,0
	Calcaire noduleux	74,0	6,0
	Marnes du calcaire noduleux	68,0	13,0
	Marnes bitumineuses	55,0	39,0
Lias moyen.	Grès médioliasique	16,0	11,0
	Marnes à plicatules	5,0	5,0
	Marnes à ovoïdes ferrugineux	0,0	

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 569.
(2) *Bull. géol.*
(3) *Mémoires de l'Académie impériale de Metz*, 1860-61.
(4) Notes prises par M. Delesse à l'Exposition.

Côte Saint-Julien.

		mèt.	mèt.
Lias moyen. . .	Grès médioliasique et marnes.	90,0	5,0
	Marnes à ovoïdes ferrugineux.	85,0	20,0
	Marnes feuilletées.	65,0	20,0
	Calcaire ocreux.	45,0	5,0
Lias inférieur. .	Calcaire à gryphées arquées.	40,0	17,0
	Marnes rouges.	23,0	1,0
Grès du bone-bed.		22,0	.

Au mont Saint-Quentin un niveau de sources s'observe à la cote 110 vers la partie inférieure du grès supraliasique. Sur le versant de cette montagne qui regarde la ville de Metz se trouve la butte de Charles-Quint dont le sommet atteint la cote 100; elle est formée par un petit lambeau de grès supraliasique qui paraît avoir glissé au-dessus des marnes à trochus.

A la côte Saint-Julien, la coupe de MM. Terquem montre bien que les marnes à ovoïdes ferrugineux ont glissé jusqu'au bas de la colline. On voit en outre que le grès du bone-bed a été reployé comme un V, ce qui n'a pas eu lieu pour le lias qui le recouvre; en sorte qu'il en est indépendant.

HIERLATZ. — M. Oppel (1) a enrichi la liste des brachiopodes signalés dans le lias inférieur. Ce terrain était considéré comme très-pauvre sous ce rapport; car, dans son Prodrome, M. d'Orbigny n'y cite que vingt espèces de brachiopodes, dont sept espèces seulement provenant d'Europe. M. Oppel en a décrit quarante-quatre espèces appartenant aux genres Terebratula, Spirifera, Rhynconella, Lingula : vingt-deux espèces ont été trouvées hors des Alpes; les autres proviennent de la montagne de Hierlatz.

Cette montagne est située au nord de Hallstatt; les couches que les géologues allemands désignent actuellement sous le nom de couches de Hierlatz sont des calcaires déposés dans les Alpes Autrichiennes sur le Dachstein (Salzkammergut) ou sur les schistes de Kössen (Tyrol). La faune de Hierlatz présente beaucoup d'analogie avec celle de Fontaine-Étoupefour en Normandie (lias moyen). M. Stoliczka (2) a décrit et figuré les gastéropodes (54 esp.) et les acéphales (17 esp.). Les céphalopodes avaient déjà été décrits par M. de Hauer (3) et les brachiopodes le seront par M. Suess. Parmi les 72 espèces figurées par M. Stoliczka, 48 sont spéciales aux Alpes; sur les 24 autres, 18 sont identiques à des es-

(1) *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1861; 529.
(2) *Sitzungsb. der K. Akad. der Wiss.* — Vienne, 1861; 157.
(3) *Cephalopoden des Lias der Alpen. Denkschriften der K. Akad.*, XI, 1856.

pèces de Normandie, 12 à des espèces du sud de l'Allemagne.

LOMBARDIE. — Le calcaire marneux, jaune ou gris, qu'on nomme Medolo, renferme dans le val Trompia (province de Brescia) des ammonites nombreuses; M. de Hauer (1) les a déterminées et les rapporte aux espèces suivantes.

A. heterophyllus Sow.
A. Zetes d'Orb.
A. Partschi Stur.
A. Tatricus Puch.
A. Mimatensis d'Orb.
A. fimbriatus Sow.
A. trompianus Hau.
A. Phillipsi Sow.
A. Medolensis Hau.
A. margaritatus Montf.
A. radians Rein.
A. Taylori Sow.
A. Pettos Quenst.
A. crassus Phill.
A. planicostatus Sow.
A. Ragazzonii Hau.
A. Spinellii Hau.

De ces 17 espèces, 9 ont été trouvées déjà dans le Calcare ammonitico-rosso de Lombardie; le Medolo comme le Calcare rosso correspond, suivant M. de Hauer, au lias moyen et supérieur (liasien et toarcien de d'Orbigny).

Sous le Medolo est un calcaire plus compacte, nommé Corso, qui est aussi fossilifère, mais qui n'a pas encore été étudié suffisamment. Il représente peut-être le lias inférieur.

Flore liasique. — La flore du lias n'est pas connue depuis longtemps. MM. Göppert, Sternberg et Braun ont décrit les premiers les plantes liasiques découvertes sur la Theta, près de Bayreuth, et fait remarquer que la végétation du lias se distingue par la prédominance des cycadées; car sur 130 espèces aujourd'hui connues, plus de la moitié appartiennent à cette classe. On a retrouvé le flore liasique à Gaming dans l'Autriche, à Halberstadt, à Quedlinburg, à Coburg, à Hör, dans le Wurtemberg, à Steierdorf, dans le Banat, à Holback et Neustadt en Transylvanie, à Strensham dans le Worcestershire, dans la houille de Richmond en Virginie (?).

Dès 1847, M. Gœppert (2) avait reconnu la flore liasique dans des échantillons envoyés du Caucase par M. Abich, et provenant du district d'Okriba, au nord de Kutais, dans l'Iméréthie. Les empreintes végétales s'y trouvent dans des marnes argileuses noires et des grès marneux, qui ne contiennent pas d'autres restes fossiles. A ces marnes succède une formation de grès houiller, de conglomérat grossier et de couches de houille : cette houille présente une épaisseur de 15 mètres à Tquirbul, sur le Tserdilitsqual, où on l'exploite.

(1) *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss.* — Vienne, 1861; 403.
(2) *Bulletin de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, vol. III, p. 292. 1861.

Les végétaux de ce terrain n'ont pu être rapportés par M. Göppert à la période carbonifère; il n'y a reconnu ni calamites, ni sigillaria, ni stigmaria, ni lycopodiacées. La flore du Caucase se compose de cycadées principalement : les plus belles empreintes appartiennent à un pterophyllum, nommé par M. Göppert pterophyllum abichianum, et la houille paraît formée presque entièrement par ses feuilles. D'après l'examen de ces plantes, M. Göppert rapporta d'abord les couches de houille et les schistes qui les accompagnent à la partie inférieure du Jura brun allemand (Oxfordien inférieur); il y fut d'autant plus porté, que M. Abich avait mis la formation houillère d'Iméréthie au même niveau géologique qu'une autre formation houillère, en Mingrélie, près Gondau, et avait rangé cette dernière dans le terrain jurassique inférieur.

En 1848, M. Abich envoya à M. Göppert de nouveaux échantillons et ce dernier y découvrit :

Tæniopteris vittata (Brongniart); tæniopteris asplenioides (Ettingshausen); alethopteris whilbiensis (Göppert); equisetes gamingensis (Ettingshausen); nilssonia elongata (Brongn.).

Il fut conduit ainsi à mettre la formation houillère du Caucase, contenant des plantes de Gaming (Autriche) et de Bayreuth, au niveau du Jura noir ou du lias. Deux des plantes que nous venons de nommer se trouvent, il est vrai, à Scarborough, dans l'Oxfordien inférieur, tæniopteris vittata et alethopteris whitbiensis; mais le charbon de l'Iméréthie ressemble, même dans ses propriétés physiques, au charbon liasique de Gaming et de Bayreuth.

Le docteur Gobel, qui accompagna M. de Khanikoff dans son expédition dans le Khorassan, trouva une couche de charbon de 0^{m},65 d'épaisseur au sud de la mer Caspienne, dans la province d'Astérabad (Perse), à l'est du village Tasch, dans les collines de l'Alborus. On avait cru rencontrer là le vrai terrain houiller, lorsque les études de M. Göppert ont fait évanouir cette espérance : le savant botaniste a rapproché le nouveau dépôt de ceux de l'Iméréthie et du Daghestan. Des débris très-nombreux de pterophyllum y sont alliés à Nillsonia Sternbergii de Bayreuth, à Alethopteris Whitbiensis, Tæniopteris vittata, Camptopteris Nilssonii, etc.

Jusqu'ici l'on n'a donc trouvé aucune trace du terrain houiller proprement dit dans le Caucase, et la flore fossile de cette région présente un caractère incontestablement liasique. On sait du reste que, dans plusieurs gisements, de la houille, susceptible d'être

exploitée avec avantage, appartient également à l'époque jurassique (1).

Oolite inférieure.

CHER. — La stratigraphie du système oolitique inférieur dans le département du Cher a été indiquée par M. Ebray (2), qui a fait connaître aussi les principaux fossiles des couches diverses qui le composent. Ses études, à ce double point de vue, ont été résumées dans un tableau synoptique qui comprend depuis le lias supérieur jusqu'à l'oxfordien inférieur.

CÔTE-D'OR. — M. Ebray (3) a présenté aussi quelques coupes pour éclaircir la stratigraphie du même système dans les environs de Tournus et dans une partie du département de la Côte-d'Or.

BASSIN du RHÔNE. — Dans le bassin du Rhône, la base de l'oolite inférieure est formée par une couche calcaire très-peu fossilifère, qui est remplie de fucoïdes (Chondrites scoparius, Thiollière). Ce calcaire domine les couches à Ammonites opalinus et se place au-dessous du calcaire à Entroques avec Pecten personatus. On l'a nommé quelquefois calcaire à coups de balai, parce que les fucoïdes ont laissé des empreintes semblables aux traces que produirait un balai sur une surface terreuse. M. Dumortier (4), en signalant ce fait, observe que ces empreintes n'ont pas été signalées dans le nord et dans l'ouest de la France.

PROVENCE. — M. Hébert (5) a cherché à démontrer que le terrain jurassique du midi de la France est indépendant des gypses et des cargneules qui doivent être rapportés au trias, et qu'il présente d'ailleurs les mêmes divisions que dans le nord de la France.

Voici une coupe indiquée pour les environs de Digne, en allant du haut en bas:

Oolite inférieure.	1° Calcaire marneux avec Ammonites Humphresianus, Blagdeni, cycloïdes, pygmæus (caractérisant l'oolite inférieure du nord de la France). Amm. Calypso, heterophyllus (du lias supérieur du nord de la France). Amm. tatricus (de l'Oxford clay du nord). . . . . (60 à 70 mètres).
Lias supérieur.	2° Marnes grises calcaires, schisteuses, avec Posidonies et Amm. Levesquei, Amm. variabilis, Amm. insignis. . . . (100 mètres). Schistes noirs alternant avec des calcaires marneux à Amm. discoïdes, complanatus. . . . . (200 mètres). Schistes noirs à Amm. radians, serpentinus. . . . (200 mètres).

(1) Sir Charles Lyell : *Manuel de géologie élémentaire*, II, 21.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 501.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 30.
(4) *Bull. géol.*, XVIII, 1861.
(5) *Compt. rend.*, 1861 ; 836.

Lias moyen à gryphæa cymbium.	3° Schistes gris à Amm. margaritatus passant par le haut à des grès calcaires. . . . . (100 mètres). Calcaires compactes avec silex noirs. . . . . (60 mètres). Calcaires marneux avec Avicula cycnipes . . . . . (80 à 90 mèt.). Brèche grossière. (60 mètres).
Calcaire à gryphées arquées.	4° Calcaires et marnes avec Mactromya liasina. Calcaires à gryphées arquées et à Amm. Bucklandi. En tout. . . . . (70 mètres).
Infra lias.	5° Horizon de l'Ammonites angulatus. Couches à Avicula contorta.
Trias.	6° Calcaires dolomitiques compactes ou terreux. . . . (70 mètres). 7° Gypse associé à des argiles d'un rouge vif. . . . . . (30 mètres).

Les parties plus élevées du terrain jurassique ont été observées à Norante; on voit au-dessus du lias, les calcaires à Amm. Humphresianus (oolite inférieure), et au-dessus des marnes et calcaires à Amm. arbustigerus (partie inférieure de la grande oolite). Puis vient l'Oxford clay composé de, 1° marnes à Amm. cordatus, arduenensis, etc. (Oxford clay moyen), 2° calcaires des sommités avec A. plicatilis (Oxford clay supérieur). Le coral-rag a du reste été découvert dans les montagnes d'Escragnolles par M. Sc. Gras. Il y contient Terebratula insignis, Cidaris florigemma.

Citons encore la coupe de l'oolite inférieure et de la grande oolite à Solliés-Pont, près de Toulon.

Grande oolite.	Calcaires et marnes à Ostrea costata. Calcaires compactes, oolitiques. Calcaires marneux à Ammonites arbustigerus.
Oolite inférieure.	Calcaires peu fossilifères. Calcaires marneux à Lima heteromorpha, Desl. et à Ammonites Humphriesianus.

Oolite moyenne.

Corallien. — Calvados. — Le coral-rag renferme à Glos (Calvados), dans une couche sableuse, des fossiles extrêmement bien conservés. Cette faune, surtout remarquable par la surabondance des astartes, a été décrite et figurée par MM. Zittel et Émile Goubert (1).

Les échinodermes du coral-rag, de Trouville (Calvados) ont été l'objet de recherches faites par MM. Sœmann et Auguste Dollfus (2).

---

(1) *Note sur le gisement de Glos (Calvados), suivie de la description des fossiles du coral-rag de Glos.* — (*Journal de Conchyliologie* de M. A. Crosse, avril 1861.)
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 168.

Oolite supérieure.

M. Valenciennes (1) a donné la description d'un Ichthyosaure trouvé à Bleville, près du Havre, dans l'argile de Kimmeridge. Ce reptile diffère de l'Ichthyosaurus platyodon de Lyme-Regis, et M. Valenciennes le considère comme nouveau.

Terrain jurassique. — RUSSIE. — M. d'Orbigny avait rangé toutes les couches jurassiques de Russie dans l'oxfordien; mais M. Trautschold (2) a décrit ces couches dans le bassin de Moscou, et il y fait les subdivisions suivantes :

3. Sables verts olives et bruns, colorés par de l'oxyde de fer et reliés par de l'argile; caractérisés par Amm. catenulatus, Amm. Konigii, Panopæa peregrina, Pecten nummularis, Thracia Frearsi, Cyprina lævis (Charaschowo).
2. Sables argileux noirâtres avec deux couches fossilifères d'argile dans le milieu, calcarifères et bitumineux; caractérisés par Amm. virgatus, Amm. bifurcatus, Amm. biplex, Belem. absolutus, Rhynchonella oxyptycha, Astarte ovoïdes (Muniowniki, Charaschowo, Tatarowa).
1. Argile grise, presque plastique, micacée avec Amm. alternans, Amm. Humphriesianus, Belemnites Panderanus, Rhynconella furcillata, Dentalium anceps, Cucullæa concinna (Geliowa).

Le terrain jurassique moscovite a fourni jusqu'à présent 236 espèces, dont 103 autochthones, 133 communes à l'Europe occidentale. Voici comment ces dernières se répartissent : 18 du lias anglais, 21 de l'oolite inférieure, 19 de la grande oolite, 3 du bradford-clay, 7 du cornbrash, 4 du kelloway-rock, 12 de l'oxfordien, 1 du calcareous grit, 10 du coral-rag, 10 du kimmeridge, 6 du portlandien. En résumé, on compte 84 espèces du Jura brun allemand, 72 de l'oolite inférieure d'Angleterre, 74 espèces françaises, dont 28 seulement oxfordiennes. Pour spécifier l'âge des couches moscovites, on arrive à des résultats tout différents, suivant qu'on en compare la faune à celle du Jura français, allemand ou anglais. M. Trautschold pense que les 3 couches de Moscou représentent l'oolite inférieure, le bathonien et le kelloway-rock, tandis que l'oxfordien véritable correspond aux couches brunes avec gryphæa dilatata qui se trouvent sur l'Oka, entre Murono et Jelatma; mais il avoue que ce n'est là qu'un aperçu hypothétique. « Ce dont, écrit-il, je me suis assuré par mon travail, c'est que la durée des espèces est plus longue qu'on ne le pense communément, et qu'elles dépassent plus fréquemment les bornes d'une couche

(1) *L'Instit.*, 1861; 424.
(2) *Zeitsch. d. d. geol. Ges*, 1861; 461.

qu'on ne l'a constaté jusqu'à présent. Il est aussi certain qu'on va souvent trop loin dans la différentiation des espèces, et que par là on ne rend pas seulement les travaux plus difficiles, mais l'on empêche d'apercevoir l'ensemble de la série naturelle des étages. Notre Jura moscovite fournit la preuve frappante qu'on ne réussit pas toujours à déterminer l'âge relatif des couches, à tracer des limites entre des dépôts très-restreints, car on ne peut coordonner d'une manière satisfaisante nos trois couches, si fossilifères et si bien caractérisées, avec les divisions adoptées dans l'Europe occidentale. »

Mers jurassiques. — M. Hébert (1) a construit des cartes manuscrites pareilles à celles que M. Élie de Beaumont a dès longtemps exposées dans ses cours; elles sont destinées à faire ressortir les limites de la mer jurassique aux diverses phases de l'époque géologique qui porte ce nom.

Terrain crétacé.

SARTHE. — Dans ses études sur le département de la Sarthe, M. Triger (2) a constaté l'absence dans ce département du terrain néocomien de l'aptien et du gault, qui constituent pour lui le terrain crétacé inférieur; mais le terrain crétacé moyen et le terrain crétacé supérieur y sont bien représentés. Dans ces deux derniers étages, M. Triger distingue un très-grand nombre d'assises dont chacune est caractérisée par un fossile. Nous donnons ici la division qu'il a adoptée, en regard de laquelle nous plaçons celle de M. d'Archiac. Dans son tableau, M. Triger indique d'ailleurs la correspondance de ses assises avec celles de la Carte géologique de France, du Geological Survey d'Angleterre, et aussi avec celles d'Alcide d'Orbigny.

---

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 97.

(2) *Divisions générales de la carte géologique de la Sarthe*, 1 feuille.

Divisions de M. d'Archiac.	Divisions de M. Triger pour la Sarthe.			Numéros.	Épaisseur.	Fossiles caractéristiques des assises.
					mèt.	
Premier étage. Craie jaune de Touraine.	Terrain crétacé supérieur.	Groupe de l'*Ostrea auricularis*.	10 Zone du Spondylus truncatus.	1	1,30	Assise du Spondylus spinosus.
				5	1,70	*Id.* de l'Ammonites polyopsis.
				4	1,50	*Id.* de la Rhynconella vespertilio.
				3	1,20	*Id.* de l'Ammonites Bourgeoisii.
				2	2,00	*Id.* du Cidaris Vindocinensis.
				1	2,80	*Id.* de l'Acteonella crassa.
	Terrain crétacé moyen.	Groupe de l'*Inoceramus problematicus*.	9 Zone de l'Ammonites peramplus.	6	2,00	*Id.* de l'Ammonites Requienianus.
				5	3,00	*Id.* de la Terebratella Bourgeoisii.
				4	0,80	*Id.* du Cidaris sceptrifera.
				3	3,50	*Id.* du Callianassa Archiaci.
				2	0,60	*Id.* de la Cyprina Noueliana.
				1	2,50	*Id.* de l'Ammonites papalis.
Deuxième étage. Craie micacée.			8 Zone de la Rhynchonella Cuvieri.	3	1,00	*Id.* du Spondylus hippuritarum.
				2	2,50	*Id.* du Pleurotomaria Gallienei.
				1	3,00	*Id.* de l'Inoceramus problematicus
			7 Zone de la Tereb. Carantonensis.	2	2,00	*Id.* de l'Hemiaster nucleus.
				1	1,20	*Id.* du Nucleolites parallelus.
Troisième étage. Marnes à ostracées.		Groupe de l'*Ammonites navicularis*.	6 Zone de l'Ostrea biauriculata.	2	1,70	*Id.* de l'Ostrea plicata.
				1	2,30	*Id.* du Radiolites Fleuriausa.
			5 Zone de la Rhynchonella compressa.	8	2,80	*Id.* du Globiconcha rotundata.
				7	2,70	*Id.* de la Terebratella Menardi.
				6	0,80	*Id.* des Grès à empreintes végétales.
				5	2,00	*Id.* de la Pholadomaya Ligeriensis.
				4	1,50	*Id.* de l'Ostrea lingularis.
				3	2,50	*Id.* de la Rhynchonella compressa.
				2	2,60	*Id.* du Palæoplax Trigeri.
				1	0,80	*Id.* du Goniopygus Menardi.
Quatrième étage. Grès vert.		Groupe du *Pecten asper*.	4 Zone du Turrilites costatus.	7	1,20	*Id.* de la Thecidea rugosa.
				6	2,00	*Id.* de la Trigonia spinosa.
				5	0,80	*Id.* de l'Archiacia sandalina.
				4	1,80	*Id.* de l'Ammonites Rhotomagensis
				3	0,80	*Id.* du Scaphites æqualis.
				2	1,60	*Id.* de la Trigonia dædalea.
				1	1,60	*Id.* du Nautilus Largilliertanus.
			3 Zone du Pygurus lampas.	7	1,60	*Id.* du Turrilites undulatus.
				6	1,00	*Id.* de la Trigonia sulcataria.
				5	2,00	*Id.* du Pecten elongatus.
				4	2,00	*Id.* des Zamia et des Conifères.
				3	1,00	*Id.* de la Perna lanceolata.
				2	1,50	*Id.* de la Lima Reichenbachii.
				1	1,80	*Id.* de l'Ammonites falcatus.
			2 Zone du Turrilites tuberculatus.	6	0,60	*Id.* de l'Ammonites Beaumonti.
				5	2,50	*Id.* du Nautilus elegans.
				4	0,60	*Id.* de l'Ammonites Mantelli.
				3	2,50	*Id.* de l'Ammonites inflatus.
				2	3,00	*Id.* de l'Hemiaster bufo.
				1	2,50	*Id.* de l'Hallirhoa costata.
			1 Zone de l'Ostrea vesiculosa.	2	2,00	*Id.* de l'Ostrea vesiculosa.
				1	3,50	Glauconie sans fossiles.
Terrain jurassique.						Calcaire à astarte minima.

Entre la Loire et le Cher. — Les couches du terrain crétacé comprises entre la Loire et le Cher ont été l'objet d'une étude de M. Ebray (1).

Bassin de l'Adour. — D'après M. Nogués (2), dans le bassin de l'Adour, 1° la craie supérieure est représentée par des couches contemporaines de celles de Meudon, des couches moyennes de Maëstricht, de Dieppe, de Liége, etc. (calcaires de Tercis). 2° Les couches dolomitiques, les marnes gypseuses et les gypses sont dépendants du même groupe, mais placés à un niveau inférieur (Chalosse, Bidart, Villefranque). 3° La craie inférieure est représentée dans les Basses-Pyrénées par l'étage cénomanien (calcaire gris de la crête des Basses-Pyrénées, avec Sphærulites foliacea, Caprina adversa; calcaire noir d'Orthez). 4° Dans les Landes, les strates inférieurs du même système dépendent de l'étage néocomien supérieur (calcaire et marnes de Vieuport, schistes de Rebénac, lignites de Saint-Lon).

Provence et sud-ouest de la France. — M. Coquand a étudié naguère les dépôts crétacés de la Charente, et introduit à cette occasion une terminologie nouvelle dans l'étude de ce terrain. Plus récemment (3) il a cherché à montrer que sa classification pouvait également s'adapter aux couches crétacées de la Provence. Les diverses coupes indiquées par M. Coquand et prises aux environs de Castellane, de Cassis à Marseille, de Saint-Chamas à la Fave, des Martigues à l'étang de Berre, de l'étang de Caronte à la route de Saint-Pierre, de Brignolles au Plan-d'Aups, aux environs de Beausses et de la Cadière, etc., montrent une série de couches qui, du haut en bas, peut se résumer à peu près ainsi :

Calcaires à Turritella Coquandi et à Ostrea acutirostris.
Marnes et calcaires friables à Ostrea spinosa, Ostrea frons, etc.
Grès et sables supérieurs jaunâtres et rougeâtres à Ostrea auricularis.
Calcaires compactes en couches puissantes avec Hippurites organisans.
Sables et grès.
Calcaires à Sphærulites ponsiana.
Calcaires marneux à Terebratella carantonensis, Ostrea columba, Ostrea biauriculata, Ostrea flabellata, Strombus inornatus, etc.
Calcaires durs à Sphærulites foliaceus, Caprina adversa, etc.
Sables et calcaires sableux à Ammonites rhotomagensis
Marnes aptiennes à Belemnites semi-canaliculatus.
Calcaire à Chama ammonia.

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 176.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 548.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 133.

LIMBOURG. — La craie du Limbourg renferme une faune très-intéressante : M. Binkhorst (1) van den Binkhorst en a entrepris la monographie. Il a décrit et figuré 106 espèces de Gastéropodes, appartenant à 38 genres différents, nouvelles pour la science, à l'exception d'une douzaine déjà décrites ou citées par Goldfuss, Hœninghaus, Bosquet et de Ryckholt. Il y a en outre ajouté la description d'une vingtaine de Céphalopodes de la craie du Limbourg, parmi lesquelles plusieurs espèces sont nouvelles, entre autres plusieurs Ammonites et une espèce d'Acantoteuthis. Les genres les plus abondamment représentés dans la curieuse faune crétacée dont M. Binkhorst a entrepris l'étude sont : Pyrula (8 espèces), Voluta (4 espèces), Natica (8 espèces), Cerithium (6 espèces), Turritella (8 espèces), Nerita (3 espèces), Turbo (14 espèces), Trochus (4 espèces), Emarginula (19 espèces), Fusus (4 espèces).

M. Reuss (2) a étudié les foraminifères de la craie tuffeau de Maëstricht ; il en décrit 43 espèces, dont 16 sont propres à ce niveau du terrain crétacé ; sur les 27 espèces restantes, il y en a 8 qui se retrouvent dans la craie blanche supérieure, 5 communes au sénonien supérieur et au sénonien inférieur, 7 qui sont dans le sénonien et dans les couches dites pläner en Allemagne, 3 appartenant au cénomanien, 2 au gault, une au hils (néocomien).

Le même auteur a trouvé dans la craie blanche de Rügen 37 espèces de foraminifères (9 spéciales à Rügen, 28 déjà trouvées dans d'autres couches du terrain crétacé).

Dans le grès vert sénonien de New-Jersey, il signale 25 espèces (7 propres à ce pays, 18 trouvées ailleurs, dans le terrain sénonien principalement).

NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE. — Il n'y a pas bien longtemps on croyait que le gault faisait défaut dans le nord-ouest de l'Allemagne ; on l'y a retrouvé récemment aussi étendu, aussi bien développé que dans le sud-est de la France et dans la Suisse. Le tableau suivant extrait d'un mémoire de M. Strombeck (3), en fait connaître la composition, ainsi que celle du terrain néocomien allemand, et permet de saisir les rapports entre ces deux terrains.

---

(1) *Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la craie supérieure du duché de Limbourg.*

(2) *Sitzungsb. der Ak. der Wiss.* — Vienne, 1861 ; 304.

(3) *Zeitschrift der d. geol. Gesells.*, 1861 ; 20.

CÉNOMANIEN.		Bancs de grès vert avec petites bélemnites? ultimus d'Orb.		
ALBIEN D'ORBIGNY.	GAULT supérieur.	*b* Flammenmergel, marnes argileuses contenant Amm. majorianus, Avicula gryphæoïdes, Amm. inflatus, latus, auritus, Turrilites, etc. *a* Argile avec Belemnites minimus, vert grisâtre avec concrétions coprolitiques.		
	GAULT moyen.	*c* Argile à Amm. tardefurcatus, grise, avec coprolites et géodes ferrugineuses. *b* Argile à Amm. milletianus, grise, avec beaucoup de géodes ferrugineuses. *a* Argile noire terreuse, sans fossiles.	= Under-quader. Subbercynien.	
APTIEN D'ORBIGNY.	GAULT inférieur.	*e* Marnes de Gargas, ordinairement blanc de neige, avec Belemnites Ewaldi, Amm. nisus d'Orb., Toxoceras Royerianus d'Orb., Avicula aptiensis d'Orb., Terebratula moutoniana d'Orb. *d* Argile à Amm. Martini. *c* Argile schisteuse bleu foncé avec nodules jaunes de calcaires argileux et restes organiques indiscernables. *b* Terre à poterie (Töpferthon), argile bleu foncé sans fossiles, passant à : *a* Speeton clay, argile bleu foncé, grise, plastique avec Belemnites Brunswicencis.		
NÉOCOMIEN.	HILS supérieur.	Salzgitter; puissantes couches de minerai de fer, séparées par des argiles. Couche d'Elligserbrink.	Argile à Crioceras Emmerici. Argile sans fossiles. Argile remplie d'Ostrea couloni, variété aquila. Argile sans fossiles.	Grès de la Forêt du Teutoburg avec couches minces de grès ferrugineux; équivalent du lower green sand.
	HILS moyen.	FORMATION WEALDIENNE.	Argile sans fossiles. Alternances de bancs minces de calcaire et de marne sableuse avec Toxaster complanatus = marnes de Hauterive. Localité type : Tackwelle, près Berklingen.	
	HILS inférieur.		Puissants bancs calcaires avec Toxaster complanatus. Localité type : Windmühlenberg, près Gr. Vahlberg.	
		JURA BLANC (Kimméridgien).		

SUISSE. — M. de Loriol (1) a entrepris la description des animaux invertébrés fossiles qui sont contenus dans l'étage néocomien moyen du mont Salève, aux environs de Genève. La première li-

(1) *Description des animaux invertébrés de l'étage néocomien moyen du mont Salève*, par P. de Loriol. 1re livraison. — Genève.

vraison, accompagée de 14 planches, est consacrée aux Céphalopodes, aux Gastéropodes, et aux Acalèphes ; la seconde fera connaître les Brachiopodes, les Bryozoaires et les groupes inférieurs. Cet ouvrage sert de complément naturel au mémoire de M. le professeur Alphonse Favre, intitulé « Considérations géologiques sur le mont Salève. »

Alpes, Suisse et Jura. — M. Pictet (1) a commencé la description détaillée des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, près Neuchâtel. Il a consacré une note spéciale à l'étude de la succession des Mollusques céphalopodes pendant l'époque crétacée dans la région des Alpes suisses et du Jura. Cette étude peut se résumer dans le tableau suivant :

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 1861 ; 120.

8. Faune cénomanienne.	Nautilus elegans, N. Deslongchampsianus, Ammonites varians, Coupei, rhotomagensis, cenomanensis, Mantelli, Largilliertianus, Scaphites æqualis, obliquus, Baculites baculoïdes, Turrilites costatus, Scheuchzerianus, tuberculatus.
7. Faune du grès vert supérieur.	Ammonites Gaceardi, Blancheti, Studeri, Traconensis, Ancyloceras perarmatus, pseudo-elegans, pseudo-punctatus; Turrilites intermedius, Gresslyi, tæniatus (espèces particulières à Sainte-Croix). Ammonites inflatus, falcatus, curvatus, Majorianus, latidorsatus; Ancyloceras Paussareanus, armatus, alternatus; Turrilites Bergeri (espèces connues dans le gault et le cénomanien). Ammonites varicosus, auritus, Renauxianus (espèces qui ne sont connues que dans les étages les plus inférieurs du grès vert supérieur). Ammonites Bouchardianus, Raulinianus, splendens, Velledæ, Timotheanus Scaphites Meriani (nouv. esp.), Hamites virgulatus, Baculites Gaudini (nouv. esp.), Turrilites elegans, Hugardianus, Escherianus, Puzosianus (espèces seulement connues dans le gault). Ammonites dispar (espèce seulement citée dans le cénomanien).
6. Faune du Gault.	Belemnites minimus; Ammonites Roissyanus, Lyelli, Raulinianus, quercifolius, Parandieri, latidorsatus; Crioceras Astierianus; Ancyloceras Nicoleti; Hamites Raulinianus, Moreanus, Helleri, attenuatus, Baculites sanctæ Crucis (propres au gault moyen). Ammonites mamillatus, interruptus, subalpinus, Beudanti; Ancyloceras Vaucherianus, Blancheti (communes au gault moyen et inférieur). Ammonites Cleon, regularis, tardefurcatus, Milletianus, Crioceras depressus, Helicoceras Thurmanni (spéciales au gault inférieur).
5. Faune Aptienne.	Aptien supérieur.— Belemnites semi-canaliculatus, Nautilus Nukerianus, Ammonites Milletianus. Aptien inférieur. — Ammonites furcatus, Martinii, Gargasensis, Campichii, Nautilus Lallierianus.
4. Faune Urgonienne.	Aucune trace d'Ammonites et à peine de Céphalopodes; quelques fragments indéterminables de Belemnites et des exemplaires de Nautilus pseudo-elegans.
3. Faune du néocomien moyen.	Belemnites bipartitus, pistilliformis, latus, binervius, Nautilus neocomiensis, Ammonites radiatus, Leopoldinus, Castellanensis, subfimbriatus, bidichotomus, Carteroni, Astierianus, Ancyloceras Duvalii.
2. Faune intermédiaire des marnes à Bryozoaires.	Ammonites Celestini (nouvelle espèce). Belemnites Orbignyanus. Ammonites neocomiensis. Belemnites binervius, Ammonites bidichotomus.
1. Faune Valanginienne.	Ammonites Gervilianus, Marcousanus, Desori, Thurmanni, neocomiensis. Nautilus pseudo-elegans.

TERRAINS KAINOZOÏQUES.

Terrain tertiaire.

LANGUEDOC. — M. d'Archiac (1) subdivise comme il suit le dépôt tertiaire du Languedoc ;

Tertiaire supérieur.	Calcaire lacustre supérieur (Montpellier, etc.). Sables jaunes marins (Montpellier), marnes bleues (Beaucaire, bassin de Perpignan).	
Tertiaire moyen.	Mollasse marine.	Calcaire moellon et marnes sableuses jaunes. Marnes bleues.
Tertiaire inférieur.	Groupe lacustre moyen.	Calcaires, poudingues et argiles rouges, gypse. Marnes, calcaires, poudingues.
	Groupe nummulitique.	Supérieur. Moyen. Inférieur.
	Groupe d'Alet.	Argiles rouges, poudingues, grès et calcaires lacustres inférieurs.

M. d'Archiac a donné en outre de nouveaux renseignements sur la faune du terrain tertiaire moyen aux environs de Béziers et de Narbonne, et a fourni la liste des fossiles qu'il est parvenu à déterminer, malgré leur mauvais état de conservation. Dans cette liste, un certain nombre de gastéropodes rappellent les formes des fahluns de la Loire, des bassins de la Garonne et de l'Adour, et des couches de la Superga, près Turin; mais un grand nombre d'acéphales de grandes dimensions indiquent peut-être une faune plus récente, celle des collines subappennines ou du terrain tertiaire supérieur. L'espèce la plus caractéristique de ces dépôts, depuis Montpellier jusqu'au sud de Narbonne, est le grand Pecten terebratulæformis (Marcel de Serres), qui se retrouve aussi dans la mollasse marine de Provence.

Éocène.

ARMISSAN. — M. P. Gervais (2) a étudié le calcaire lacustre d'Armissan près de Narbonne. On y trouve des débris de végétaux qui atteignent de grandes dimensions et qui paraissent se rapprocher des Dracœna, végétaux intertropicaux vivant actuellement dans les lieux chauds et humides. Il y a aussi un chelonien de la famille des trionyx, un crocodile, un poisson, ainsi que des lymnées et des planorbes. Le calcaire d'Armissan est rapporté par M. P. Gervais à la même

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 631.

(2) *Mémoires de l'Académie de Montpellier* (*sciences*), tome V, p. 309.— *L'Instit.*, 1861 ; 386.

formation géologique que les marnes d'Aix et que les gypses d'Apt et de Paris. Il se fonde surtout sur ce que ces dépôts sont postérieurs aux lophiodons et antérieurs aux anthracotheriums, ainsi qu'aux Rhinoceros à grandes incisives; en sorte qu'il la considère comme appartenant à l'éocène proprement dite. Nous verrons cependant plus loin que, d'après la flore, M. O. Heer rapporte au contraire le calcaire d'Armissan au miocène.

Bassin de Paris. — M. Loustau (1) a présenté à la Société géologique une coupe des terrains traversés par la ligne de Chauny à Saint-Gobain, dans laquelle il a suivi un banc d'ostrea bellovacina sur une longueur de 400 mètres. Dans le bassin de Paris, nous avons encore à signaler les études de M. Goubert (2) sur les sables moyens dits de Beauchamp et sur les marnes de Saint-Ouen. Ses coupes extrêmement détaillées ont été prises à Lisy-sur-Ourcq, pour les sables de Beauchamp, et pour les marnes de Saint-Ouen dans des tranchées nouvelles de Paris.

Empreintes d'animaux dans le gypse. — Étudiant avec soin les couches de gypse dans les environs de Paris, M. Desnoyers (3) y a reconnu des empreintes de pas semblables à celles qu'on connaît depuis longtemps dans les grès et qui ont été laissées par divers animaux. Ces empreintes se dessinent en creux et sont plus ou moins nettes; une petite veine de marne les sépare du gypse, qui s'y est moulé et qui les a remplies; cette circonstance du gisement s'explique très-bien, car on comprend que, sans la marne interposée, les deux surfaces du gypse se seraient soudées l'une à l'autre par la cristallisation et auraient détruit toute trace de pas. D'un autre côté les ripple-mark qu'on observe souvent sur le gypse montrent que le fond des lacs dans lesquels il se déposait était à un état de mollesse qui lui permettait de recevoir des empreintes et de les conserver. Parmi les empreintes signalées par M. Desnoyers, les unes sont bisulquées et peuvent se rapporter aux anoploterium; d'autres trilobées rappellent le pied des palæotherium; d'autres paraissent appartenir à des carnassiers. Il en est qui atteignent 20 centimètres de longueur et révèlent l'existence d'oiseaux gigantesques. Enfin on distingue encore des traces plus confuses qui paraissent se rapporter à des reptiles habitant les lieux humides, notamment à des gekos, à des crocodiles, à des tortues, à des batraciens. Cette découverte de M. Desnoyers est par

(1) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 77.
(2) *Bull. géol.*, 80, 445.
(3) *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XVI.

elle-même très-intéressante, et de plus elle mettra vraisemblablement sur la voie de recherches semblables dans les gypses plus anciens que le terrain tertiaire.

Lignites. — SAXE ET THURINGE. — M. Oswald Heer (1) a décrit les espèces végétales qui se rencontrent dans le grès quartzeux de Skopau, couche intercalée dans la formation à lignites de la Saxe et de la Thuringe. D'après l'examen de cette flore, il met les grès de Skopau sur l'horizon des gypses de Montmartre. Skopau a deux espèces communes avec le Monte Bolca, quatre avec l'île de Wight, deux avec les grès durs du département de la Sarthe. Cette faune présente 4 espèces éocènes, qui ne se rencontrent pas jusqu'ici dans le miocène, 11 espèces qui y passent, 22 espèces nouvelles.

Miocène.

EURE-ET-LOIR. — M. Laugel (2), en étudiant la formation des argiles avec silex d'Eure-et-Loir a été amené aux conclusions suivantes :

1° L'argile à silex est formée de deux étages ;

2° L'étage inférieur est synchronique au calcaire de Beauce ;

3° L'étage supérieur contemporain des argiles à meulières, a recouvert également les surfaces ravinées du calcaire de Beauce et de l'argile à silex inférieur ;

4° Les poudingues siliceux et les grès dits ladères de la Beauce appartiennent à l'étage supérieur.

M. Hébert, en reconnaissant ce qu'il y avait de fondé dans la séparation en deux étages de la formation de l'argile à silex, a attribué à l'étage inférieur une origine beaucoup plus ancienne et en a fait remonter l'origine à la période éocène.

MIDI DE LA FRANCE. — L'hipparion gracile et l'antracotherium magnum qui caractérisent le plus sûrement la formation miocène ont été signalés par M. P. Gervais (3) dans de nouveaux gisements du midi de la France. Ainsi l'hipparion gracile se trouve à Montredon près Narbonne et dans la molasse marine d'Aix où il accompagne des mastodontes et des dinotheriums ; d'un autre côté, l'anthracotherium magnum se rencontre à Montaulieu dans un dépôt lacustre.

MAYENCE. — M. Sandberger (Fridolin) (4) a publié une description des mollusques fossiles du bassin tertiaire de Mayence.

BALTAVAR. — Le gisement ossifère de Baltavar (comitat de Eisen-

(1) *Beitrage zur näherem Kentniss der Sachsish-Thuringischen Brankohlen-Flora.*

(2) *Bull. géol*, XVIII, 1861 ; 153.

(3) *L'Instit.*, 1861 ; 424.

(4) *Die Conchifere des Mainzer Tertiarbeckens*, 1861.

burg dans la Hongrie), a été découvert par M. de Schwaberau. Il présente des restes de:

Machairodus cultridens.	Sus erymanthicus.
Hyæna hipparionum.	Antilope brevicornis.
Dinotherium.	Helladotherium Duvernoyi.
Rhinoceros.	Hippotherium gracile.

M. Suess (1) reconnaît dans cette faune celle de Pikermi, d'Inzersdorf et du Belvédère, du bassin Viennois, d'Eppelsheim et du miocène supérieur de M. Lartet (Cucuron, Vaucluse).

Le miocène moyen avec Mastodon angustidens, M. tapiroïdes, Anchiterium Aurelianense et Listriodon splendens, est représenté par les charbons de Parschlug, Eiliswald, Wies et Aflenz près Turnau, le miocène inférieur par les charbons de Zemlye près Totis, qui renferment l'Anthracotherium magnum. Dans son mémoire M. Suess a décrit et figuré seulement les carnassiers, Machairodus cultridens, Hyæna hipparionum, provenant de Baltavar, et Amphicyon intermedius trouvé avec des fragments de Rhinoceros, avec Chœrotherium Sansaniense et Palæomeryx Scheuchzeri dans un calcaire d'eau douce de Tuchoritz (Bohême).

Pikermi. — La faune miocène de Pikermi a fourni à M. Albert Gaudry (2) le sujet de travaux très-nombreux. Il en a successivement, dans le courant de cette année, décrit les restes suivants:

Antilopes.	Palæotragus Rouenaii. Gaud.
	Tragocerus Amaltheus. Gaud. (Chèvre Amalthée de M. Wagner.)
	Tragocerus Valenciennesi. Gaud.
	Palæoryx speciosus. Gaud.
	Palæoryx parvidens. Gaud.
	Palæoras Lindermayeri. Gaud. (Antilope Lindermayeri. Wagn.)
	Gazella brevicornis. Gaud. (Antilope brevicornis. Wagn.)
	Antilope Rothii. Gaud.
Carnassiers.	Metarctos diaphorus. Gaud. (Peut-être identique à Gulo diaphorus. Kaup. d'Eppelsheim.)
	Promephitis Lartetii. Gaud.
	Thalassictis robusta. Nordmann.
	Thalassictis Orbignyi. Gaud.
	Hyænictis græca. Gaud.
	Hyæna Chæretis. Lart. et Gaud.
	Hyæna eximia. Wagn.
	Mustela Pentelici. Gaud.
	Machairodus leoninus. Wagn. et Roth.

(1) *Sitzungsber. der Akad.* — Vienne, 1861; 217.
(2) *Bull. géol.*, t. XVIII, p. 388, 587.

Camelopardalis attica. Lart. et Gaud. — (Girafe de très-grande taille.)
Helladotherium Duvernoyi, Gaud. — (Ruminant gigantesque intermédiaire entre les girafes et les antilopes.)

Cette faune si intéressante devant devenir le sujet d'une monographie spéciale et étendue, nous aurons encore l'occasion d'y revenir, quand M. Gaudry aura donné la dernière main à son travail. Dès à présent nous nous bornerons à remarquer que les animaux découverts dans le terrain miocène offrent de nombreux et curieux exemples d'associations de caractères ostéologiques empruntés à des genres différents. Ces associations établissent dans la série des espèces animales de nouvelles liaisons ; elles rendent ainsi la tâche du zoologiste plus aisée, en lui fournissant des points de rapprochement nouveaux ; mais celle du paléontologiste deviendra plus difficile, quand il sera bien démontré que la reconstitution d'une espèce ou d'un genre n'a pas toujours été établie avec sécurité d'après une seule partie du squelette.

M. Bayle (1) a signalé l'analogie entre la faune de Pikermi et celle de Cucuron (département de Vaucluse). Les marnes de cette localité, qui représentent l'assise la plus élevée du terrain tertiaire moyen et dont le dépôt est antérieur à celui des marnes marines subapennines, ont fourni une portion de pied qui appartient sans doute à un Helladotherium, un rhinocéros, des hipparions, des antilopes et un grand carnassier Hyæna hipparionum (Gervais).

Pliocène.

Anvers. — Les travaux de fortifications exécutés dans les environs d'Anvers ont amené la découverte d'un très-grand nombre de fossiles qui semblent y indiquer le terrain pliocène comme sir Charles Lyell l'avait admis précédemment (2).

M. H. Nyst (3) a d'abord fait connaître la position de la couche à Terebratula perforans Duj. (T. variabilis Sow), immédiatement au-dessus du crag noir ou diestien des environs d'Anvers, et la découverte de quelques débris de crétacés appartenant au même terrain.

Un mammifère nouveau du crag d'Anvers, Squalodon antwerpiensis, a été décrit par M. Van Beneden (4) ; il provient également du système diestien et se rapproche de l'espèce de Leognan.

---

(1) *Bull. géol.*, vol. XVIII, p. 597.
(2) Sir Charles Lyell. *Manuel de géologie élémentaire.* I, XIV.
(3) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1861, 2e série, XI, 623.
(4) *Ibid.*, XII, 22, 202.

M. H. Nyst (1) a encore donné une notice sur un nouveau gîte de fossiles qui a été découvert à Edeghem, près d'Anvers. Ce gîte repose sur l'argile rupélienne de Boom qui est dénudée et renferme Nautilus Aturi (Bast.) et Leda Deshayesiana (Duch); il a fourni 152 espèces dont 58 sont nouvelles pour le pays. Les gastéropodes y sont très-abondants et représentés par les genres Conus, Ancillaria, Oliva, Terebra, etc. Ce travail se termine par un tableau indiquant les localités où chaque espèce a été rencontrée; il est accompagné de la figure d'un polypier nouveau (Flabellum Waelii, N.). Enfin M. Nyst a décrit ultérieurement (2) la plupart des espèces nouvelles de cette localité et notamment un pecten du crag diestien d'Anvers.

Le gîte d'Edeghem est supérieur au système bolderien, et d'après les géologues belges il doit être rapporté au système diestien et au pliocène; toutefois M. Nyst observe que ses fossiles, et particulièrement ses gastéropodes, tendent à le rapprocher des fahluns. Comme l'a fait remarquer M. d'Archiac (3), cette partie du terrain tertiaire de la Belgique est donc très-difficile à classer; il semblerait même qu'elle indique une sorte de passage entre le commencement du pliocène et entre les fahluns de la Touraine ou le miocène supérieur.

Flore du terrain tertiaire. — Après avoir étudié un grand nombre de flores particulières, M. O. Heer vient de composer une synthèse de ses travaux dans des recherches d'ensemble sur le climat et la végétation de ce qu'il nomme le pays tertiaire. Dans ce nouvel ouvrage se trouvent résumées et coordonnées toutes les observations relatives à la molasse suisse et à sa flore. La Suisse est le point de départ de M. Heer : de là, il passe successivement dans le Piémont, où il étudie la flore des lignites, dans le val d'Arno, à Sinigaglia, au Monte Bolca, etc. L'Allemagne, la Grèce, la Russie, la France, l'Angleterre, l'Afrique même, ainsi que l'Asie et l'Amérique recèlent des flores tertiaires qui sont mises en comparaison et successivement étudiées. Le tableau synchronique suivant des flores tertiaires résume ces importantes recherches et les rattache directement à la géologie stratigraphique.

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1861, 2ᵉ série, XII, 29.
(2) *Ibid.*, XII, 29.
(3) D'Archiac. *Histoire des progrès de la géologie*, II, 492, 447.

		SUISSE.	ITALIE.	ALLEMAGNE, AUTRICHE, HONGRIE, TRANSYLVANIE.	FRANCE, ANGLETERRE.	LOCALITÉS DIVERSES.
Diluvium.		Erratique. Cailloux roulés avec Elephas primigenius. Formation d'Utznach avec Elephas antiquus.	Erratique du Piémont. Diluvium alpin. Massa marittima — Lipari? Formation lacustre supérieure du Piémont.	Tuff de Canstatt. Wohlscheid Vordereifel.	Drift. Charbons en feuilles de Biarritz. Travertins de Provence.	Saint-Jorge, Madère.
Pliocène.		Soulèvement des Alpes.	Gandino. Asti, Sansino du val d'Arno. Montajone. Castel Nuovo. Chieri.	Argiles basaltiques de Dornheim et en Hesse. Lignite de Durkheim. Rippersrode de Thuringe.	Crag de Norwich. Red crag. Crag corallien.	Lignites de Java, Bornéo et Sumatra?
Miocène supérieur.	V. Œningen.	Œningen. Molasse d'eau douce supérieure. Irchel, Albis. Schrotzburg. Locle.	Argiles bleues et argiles brûlées du val d'Arno. Guarena, Stradella, Tortona Sarzanello, Sinigaglia.	Gleichenberg, Schlossnitz, Mulhouse au Hohenroeben. Engelwies. Marnes blanches de Gunzbourg. Sable d'Eppelsheim. Tallya et Erdebönya, Heilidenkreuz près Kremnitz. Swoscowicz. Grassel près Elbogen. Parschlug. Bischofsheim Rhoen.	Simorre près d'Auch Arthur Hill. Isle de Mull?	Lignites de Vancouver et de Frazer River.
Miocène supérieur.	IV. Helvétien.	Molasse helvétique subalpine. Saint-Gall, Berne, Belpberg, Munsingen; la Chaux-de-Fonds. Grès coquillier.	Monte Bamboli. Superga de Turin.	Wieliczka? Szakadat et Thalheim. Partie supérieure du bassin de Vienne et du calcaire de Leitha. Krainichmühle, Hasreith, Dexenberg. Calcaire coquillier de Gunzburg.	Formations marines de l'Asie mineure. Partie supérieure du bassin de Bordeaux. Molasse marine d'Aix, de Montpellier.	Formations marines de l'Asie mineure.
	III. Mayencien.	Formation marine de Bâle-Campagne, du Frickthal et de Randen. Molasse grise de Lausanne, Eriz, Aarwangen et Develiez.		Kempten, Gunzburg, rive droite du Danube. Calcaire à littorinelles de Mayence. Elsgraben. Fohnsdorf. Eibiswald. Radoboj, Prevali. Bilin? Striese, Maltsch.	Sable jaune et bleu de Saucats. Fahluns de Nantes, de Tours, etc. Argiles de Marseille. Flore de Marseille.	

		SUISSE.	ITALIE.	ALLEMAGNE, AUTRICHE, HONGRIE, TRANSYLVANIE.	FRANCE, ANGLETERRE.	DIVERSES LOCALITÉS.
Miocène.	II. Aquitanien.	Lignites inférieurs. Hohe rhonen, Monod, Pandex. Grès de Ralligen. Molasse rouge.	Thorens en Savoie. Zovencado. Cadibona. Bagnasco. Stella, Santa Cristina.	Calcaire à hélix de Hochheim. Roth près de Fladungen. Fulda, Munzenberg. Salzhausen. Lignites du Rhin inférieur. Westerwald. Samland. Lignites de Peissenberg et Miesbach. Sagor. Reus en Tyrol. Altsattel.	Ménat en Auvergne. Marne blanche lacustre de Saucas et Martillat. Fahlun de Mérignac. Flore de Manosque et de Bonnieux. Armissan. Speebach en Alsace.	Islande. Steppe des Kirghizes-Kyö.
inférieur (oligocène).	I. Tongrien.	Molasse marine de Bâle. Délémont. Porentruy. Diablerets. Dent du Midi.	Novale. Chiavin. Salzado. Ronca, Veyron. Muzzoline.	Hœring, Sotzka. Prasberg, Weeienstein. Sieblos. Weinenfels, Bornstedt. Lanchstedt. Marnes à cyrènes de Hochheim.	Grès de Fontainebleau. Saint-Jean de Garjuier. Gypses de Gargas. Bassin du Carénage à Marseille. Hampstead.	Koumi et Iliodroma? Mont Promina. Vallée du Cydnus. Nebraska, Bigsioux? Smoky Hill en Kansas.
Éocène supérieur.	V. Ligurien.	Egerkinken. Lasarraz. Flysh?	Macigno Ligurien?	Skopau. Fronstellin. Ambre de Kleinkuhren.	Gypse d'Aix et couches marneuses de Gargas. Gypse de Montmartre. Couches de Bembridge.	
	IV. Bartonien.	Formation nummulitique des Rallingenstöke.			Argile d'Alumbay? Argile de Barton. Beauchamp. Saint-Zacharie?	
Éocène moyen.	III. Parisien.	Formation nummulitique des cantons de Schwytz, Glaris, Appenzell.	Monte Bolca.		Calcaire grossier de Paris. Couches de Bagshot et de Braklesham.	
Éocène inférieur.	III. Londonien.				Argile de Londres. Sheppey.	
	Soissonien.				Soissons, Reading, Woolwich, Thanet Sand.	

Le tableau suivant renferme la température moyenne approximative de quelques bassins tertiaires.

A. *Miocène inférieur.*		B. *Miocène supérieur.*	
Bassin de l'Ilebé supérieur. . .	22°C.	Sinagaglia.	21°C.
Molasse suisse.	20° 5' C.	Italie supérieure	20°
Bassin du Rhin inférieur. . . .	18°	Suisse. — Molasse..	18° 5'
Contrée méridionale de l'Ambre.	16°	Silésie, Schlossnitz.	15°
Islande (par 65° 30' de latitude nord vers l'isrtherme actuelle de 0°.	9°		

M. Heer admet que les continents miocènes avaient une température bien plus élevée que les continents actuels aux mêmes latitudes; après avoir examiné les divers phénomènes qui pouvaient servir à rendre compte de cette différence, il penche à en attribuer la partie principale à l'influence de la chaleur interne du globe.

Étages sidérolitiques. — Les minerais de fer reparaissent, comme l'on sait, à différents niveaux dans toute la série des terrains; on comprend donc que ceux qui se trouvent dans les terrains tertiaires ne doivent pas nécessairement être rapportés à un seul et même étage géologique. C'est ce que M. Jourdan (1) a établi en étudiant les débris de vertébrés qui s'y trouvent. D'après lui, il existe jusqu'à cinq étages sidérolitiques à partir des terrains tertiaires.

1° Le sidérolitique de la formation éocène supérieure ou épiocène, trouvé dans les fentes du portlandien près de Soleure, et du terrain néocomien de Mauremont (canton de Vaud). Ce terrain renferme: Palæotherium medium, curtum, minus, les carnassiers Hyenodon et Cynodon, les Artiodactyles Cænotherium, Dichobune, Hyracotherium, Rhagotherium, le genre Vespertilio, des Theridomys, Sciurus, etc.;

2° Le sidérolitique du miocène proprement dit, étage inférieur: on y rapporte les argiles à minerai de fer, de la Grive-Saint-Alban (Isère), près Bourgoin, remplissant les roches de la grande oolite. M. Jourdan y a trouvé une faune très-nombreuse analogue à celle de Sansans; composée de: Dinotherium levius, un quadrumane (Pithecus), 9 genres carnassiers (Ichneugale, Dinocyon, Lutra, Diplotherium, Mustela, Machærodus, Prionodus, Felis), les genres An-

(1) *Compt. rend.*, 1861; 1009.

chiterium et Rhinoceros parmi les Pachydermes perissodactyles, 6 genres d'Artiodactyles, 4 ruminants, un Vespertilio, 4 genres d'insectivores, 6 rongeurs, des oiseaux, des tortues, etc.

3° Le sidérolitique du pliocène inférieur se trouve dans le mont d'Or lyonnais, dans des fissures du lias, à Saint-Germain, à Lucenais près Anse, et dans une fente du Kimméridien à Arc près Gray (Haute-Saône); il renferme : Mastodon arvernensis et Bornosi, tapir, Hyæna antiqua, Machærodus recens, Mastodon dissimilis, Rhinoceros megarhinus, Equus antiquus, un grand cerf, un castor et peut-être l'Elephas meridionalis.

4° Sidérolitique du pliocène supérieur, à Curis, à Poleymieux, à Ville-Vert, et Prety près Tournus (Saône-et-Loire) avec Elephas meridionalis, antiquus, intermedius.

5° Sidérolitique du terrain quaternaire, à Saint-Didier, au Mont d'Or; il contient Elephas primigenius, des restes de renne, de Cervus tarandus, de Bos primævus.

Terrain diluvien.

M. Sc. Gras (1) s'est occupé de l'étude du terrain de transport dit quaternaire ou diluvien dans les pays où il s'est formé sur une grande échelle, notamment au pied des Alpes et dans la vallée du Rhin. Ses recherches l'ont conduit à distinguer dans ce terrain cinq époques qui sont caractérisées par des phénomènes spéciaux, et voici de quelle manière il les résume :

« 1° Le sol a été soulevé en masse sur de vastes étendues, en même temps que sa partie la plus superficielle a été brisée de diverses manières. Par l'effet de ces dislocations, les Alpes et les montagnes adjacentes, alors peu élevées, ont acquis leur relief définitif. Après ces convulsions et pendant les temps de calme qui les ont suivies, les vallées, déjà ébauchées par les soulèvements, ont été achevées par l'érosion : elles sont devenues nos vallées, sauf qu'alors elles étaient probablement plus étroites; elles étaient aussi plus profondes à leur embouchure, ce qui les rendait moyennement plus inclinées.

« 2° Ces vallées, après leur creusement, ont été comblées jusqu'à une certaine hauteur par un terrain d'atterrissement que nous nommons diluvium inférieur ou des vallées.

« 3° Plus tard un autre terrain de transport s'est superposé au précédent. L'un et l'autre se distinguent aujourd'hui nettement,

(1) *Description géologique du département de Vaucluse*, 220. — *Bulletin de la Société géologique* (2° s.), XIV, XV, XVI.

parce qu'ils diffèrent beaucoup par leurs caractères minéralogiques. Le second terrain a pu s'étendre transgressivement sur le premier qui avait comblé les vallées, et sur les hauteurs environnantes, qui évidemment à cette époque étaient sous l'eau. Nous l'appelons pour cette raison diluvium des plateaux.

« 4° Le dépôt des deux terrains de transport dont nous venons de parler a été suivi d'une époque d'affouillement, pendant laquelle les vallées précédemment comblées ont été en grande partie déblayées. Cette érosion ayant été interrompue par intervalles, et, par suite, les eaux ayant coulé successivement à divers niveaux, il en est résulté d'anciens lits étagés appelés terrasses. Il n'est pas de rivière un peu considérable qui n'en présente des traces plus ou moins nettes. On observe ordinairement à la surface de ces anciens lits une couche de sable et de cailloux en général peu épaisse, fort différente des alluvions actuelles, semblable au contraire par sa composition minéralogique au diluvium des plateaux, dont elle ne se distingue guère que par le gisement. Nous appelons diluvium des terrasses ce troisième terrain de transport, dont le représentant le plus connu et plus considérable est la formation appelée lehm sur les bords du Rhin.

« 5° Après les érosions successives qui ont donné aux vallées leur forme actuelle, il est survenu un phénomène très-remarquable, savoir la dispersion des blocs alpins, dits erratiques. On sait que ces blocs, distants quelquefois de 12 à 15 myriamètres de leur point de départ, sont répandus par milliers sur les versants des montagnes qui regardent les Alpes et dans les plaines environnantes. Comme on les observe indifféremment sur les trois terrains diluviens indiqués plus haut, et qu'en outre il est prouvé qu'au moment de leur dépôt le sol avait exactement sa configuration actuelle, on doit en conclure que leur dispersion a été le dernier des phénomènes quaternaires; il a clos les temps géologiques, et a établi entre eux et la période moderne une séparation très-nette. »

Adour. — Un mémoire sur le terrain diluvien de la vallée de l'Adour et sur les gîtes ossifères de Bagnères de Bigorre a été publié par M. Leymerie (1).

Néerlande. — M. Staring (2) a, dès 1833, publié une liste des ossements fossiles de l'époque diluvienne en Néerlande : il signalait alors vingt et une localités où ces ossements s'étaient rencontrés;

---

(1) *Bulletin de la Société académique des Hautes-Pyrénées*, 1861.

(2) *Aperçu sur les ossements fossiles de l'époque diluvienne trouvés dans la Néerlande et dans les contrées voisines*, par W. C. H. Staring.

aujourd'hui ce nombre a été porté à cinquante-deux, en Néerlande même, sans compter quarante autres localités appartenant au même terrain en dehors des frontières de ce pays.

Les couches à ossements de la Néerlande sont ainsi classées par M. Staring : couches modernes, telles qu'atterrissements marins, sables des dunes maritimes, atterrissements fluviatiles, tourbières.

Sable campinien.

Diluvium ardennais, rhénan, mixte, scandinave.

Le diluvium ardennais repose immédiatement sur les couches tertiaires, secondaires ou primaires. C'est un mélange de sable, de gravier, de blocs erratiques et de blocs d'argile. Dans le Limbourg ce gravier est constamment recouvert par le limon hesbayen ou par le lœss des Allemands. On le rencontre le long de la vallée de la Meuse, de Liége à Grave en Brabant.

Le diluvium rhénan, contemporain du précédent, est formé de sable, d'argile et de cailloux originaires des roches rhénanes ; il est à découvert dans la vallée du Rhin.

Le diluvium mixte mélangé de sable, gravier, blocs erratiques venus de Suède, de Danemark, des montagnes du Weser et de la forêt de Teutoburg, et en même temps de diluvium rhénan, se rencontre au bord du Rhin et du Lek, et au sud de la Vecht dans la province d'Overyssel.

Le diluvium scandinave, non mélangé, est à découvert dans les provinces septentrionales au bord de la Vecht.

Les ossements trouvés dans ces couches appartiennent à plusieurs espèces : le plus souvent ce ne sont que des restes de l'Elephas primigenius (Blumenbach), Bos priscus (Bojan.), Bos primigenius (Cuv.). Parmi les espèces moins fréquentes, l'auteur cite :

Rhinoceros tichorhinus (Cuv.)

Equus adamaticus (Schloth), la même espèce probablement que l'Equus caballus.

Cervus elaphus primordialis (Schloth), qui ne diffère que peu du cerf actuel.

Le Renne, Cervus tarandus.

Près de Maëstricht on a trouvé également des dents d'Hippopotame, des restes d'Ursus spelæus et d'une espèce de Chien.

Le diluvium ardennais est l'étage le plus ancien du diluvium néerlandais ; tandis que le sable campinien est le plus récent ; et suivant M. Staring, pendant toute l'époque diluvienne, les contrées qu'il cite ont été habitées par les mêmes espèces d'animaux.

Cavernes à ossements.

Il y a trois ans que M. Delbos (1) a signalé aux géologues les cavernes ossifères de Sentheim et de Lauw (Haut-Rhin). Les ossements d'ours constituent la plus grande partie des dépouilles qu'on en a retirées; les autres se rapportent à un renard plus svelte que le renard actuel, à un loup qui ne diffère pas du loup moderne, à un lièvre ou lapin, à une loutre fort semblable à celle de nos rivières, à une très-petite espèce de félis.

En étudiant l'ostéologie générale des ours, à propos de ses découvertes dans la caverne de Sentheim, M. Delbos est arrivé à ne reconnaître que deux espèces d'ours dans la faune actuellement connue des cavernes, l'Urpus priscus et l'Ursus spelæus. Il ne considère l'U. arctoideus que comme une variété de ce dernier et nie l'authenticité des espèces Pitorrii (Marcel de Serres), giganteus, spelæus minor, leodiensis (Schmerling).

Jusqu'ici l'Ursus spelæus seul a été rencontré à Sentheim, où il est représenté par un grand nombre d'individus.

Faune diluvienne. — M. Eudes Deslongchamps (2), a décrit de nombreux ossements de mammifères fossiles de la période diluvienne, trouvés aux environs de Caen et appartenant aux espèces suivantes : Felis spelæa (Goldfus), Hyæna fossilis Cuv. (spelæa Goldf.), Elephas primigenius (Blum). Rhinoceros tichorhinus (Cuv.), Rhinoceros lepthorinus (Cuv.), Equus fossilis (Cuv.), Cervus tarandus, Cervus megaceros hibernicus (Owen), Bos primigenius, Bojanus, Bos longifrons (Owen).

Macrauchenia boliviensis. — M. David Forbes a rapporté des mines de Corocoro en Bolivie des restes d'un animal que M. Huxley a rapportée au genre Macrauchenia : l'espèce nouvelle est plus petite de moitié que Macrauchenia patachonica, découverte par M. C. Darwin et décrite par M. Owen : M. Huxley la nomme Macrauchenia boliviensis : ce naturaliste fait remarquer que par la forme des vertèbres cervicales, cet animal se rapproche entièrement des Camélidés : le centre est allongé, les extrémités articulaires aplaties; il y a un canal vertébral interne, et des apophyses transverses imperforées. Le Macrauchenia unit ces caractères des Camé-

(1) *Bull. géol.*, XVII, 55.
(2) *Société linnéenne de Normandie*, 12ᵉ volume.
(3) *Quarterly Journal*, XVII, 73.

lidés artiodactyles avec ceux des Périssodactyles; le pied de devant a trois doigts, le fémur a un triple trochanter et l'astragale ne porte point de facette pour le cuboïde. Cet exemple est cité pour montrer qu'il faut mettre quelques réserves à la doctrine en vertu de laquelle un seul os ou une seule dent permettrait la restauration d'un animal entier. Le Macrauchenia boliviensis est une espèce très-récente.

Coexistence de l'homme et des animaux antédiluviens. — M. Prestwich (1) est un des géologues qui ont accepté avec le plus d'empressement les idées de M. Boucher de Perthes sur la coexistence de l'homme avec certains animaux dits antédiluviens; ces idées, on le sait, sont fondées sur la découverte des silex taillés d'Abbeville et d'Amiens. Du reste, il a visité lui-même les localités où ces silex ont été signalés et il en a fait la plus minutieuse description dans un mémoire spécial.

Les conclusions auxquelles il s'est trouvé conduit sont les suivantes :

1° Les objets en silex portent la trace du travail de l'homme.

2° Ils se rencontrent dans des lits de gravier, de sable et d'argile qui n'ont jamais été artificiellement dérangés.

3° Ils sont associés à des restes de mollusques testacés terrestres, fluviatiles et marins, appartenant à des espèces encore vivantes et presque toutes communes dans les environs; ils sont également accompagnés par des restes de Mammifères dont quelques espèces vivent encore, mais dont la plupart sont éteintes.

4° La période à laquelle les objets en silex ont été ensevelis est postérieure à la période du Boulder-Clay; elle a immédiatement précédé l'époque actuelle.

Cette dernière conclusion, en ce qui concerne le Boulder-Clay, est fondée sur des recherches faites par M. Prestwich à Hoxne en Suffolk, où M. John Frère avait dès 1801 fait la découverte alors peu remarquée de silex taillés.

Plus tard, M. Prestwich (2) a encore attiré l'attention sur quelques nouvelles découvertes de silex taillés. La première est due à M. Warren, un antiquaire d'Ixworth dans le Suffolk. M. Prestwich alla examiner les localités dans la vallée de la Lark, au-dessous de Bury Saint-Edmonds. Il ne découvrit ni silex taillés, ni co-

---

(1) *Ph. Trans. of the Roy. Soc. of London*, CL, 1861; 277.

(2) *Quarterly Journal*, vol. XVII, 362.

quilles dans le gravier diluvien, formé de débris de silex et de sable. Mais des silex trouvés accidentellement par M. Warren, et provenant, l'un d'une carrière de gravier, l'autre recueilli parmi les matériaux d'empierrement d'un chemin, ressemblent tout à fait, suivant M. Prestwich, à ceux de la Somme.

Dans le Kent, M. Leech, a rencontré six silex taillés au pied de la falaise entre Herne Bay et les Reculvers; MM. Evans et Prestwich ont fait eux-mêmes sur ce point des recherches fructueuses, et ils ont trouvé trois silex portant les traces d'un travail humain. D'un autre côté, M. Evans a découvert un silex ovalaire à Swallclif près de Whitstable, dans un dépôt d'eau douce, contenant quelques ossements de mammifères.

Dans le Bedfordshire, M. James Wyatt n'a pas été moins heureux auprès de Bedford. Après des recherches prolongées, il a constaté la présence de deux silex taillés, dans des graviers contenant un grand nombre d'ossements d'éléphant, de rhinocéros, d'hippopotame, de bœuf, de cheval, de cerf; M. Prestwich a depuis visité la carrière avec sir Ch. Lyell et M. Evans; elle est à 10 mètres au-dessus du niveau de la rivière voisine l'Ouse. Dans cette localité, comme à Hoxne, on peut vérifier que les graviers à ossements sont plus récents que le boulder-clay qui forme les collines placées au nord de Bedford.

M. Prestwich cite encore une arme primitive trouvée dans le Surrey, et une autre recueillie dans le Hertfordshire.

Il n'y a pas lieu assurément de décourager le zèle qui s'attache à la découverte des plus anciens débris de l'industrie humaine; toutefois les échantillons recueillis dans des débris tout à fait superficiels ont une importance plutôt archéologique que géologique; pour établir la contemporanéité de l'homme avec les mammifères du terrain quaternaire, il faut que les restes de son art primitif puissent être trouvés *in situ*, dans les graviers diluviens, mêlés aux ossements de ces animaux; la multiplicité des silex taillés trouvés en dehors de semblables gisements serait bien plus propre à infirmer qu'à confirmer les inductions fondées sur la première découverte de ces instruments.

— La question de l'homme fossile a aussi été étudiée par M. Ed. Collomb (1). Comparant d'abord entre eux les terrains diluviens des vallées de la Somme, de la Seine, de l'Yonne, M. Collomb en donne des coupes, puis il cherche à établir le synchronisme de leurs divers

(1) *Des phases de la période diluvienne et de l'apparition de l'homme sur la terre.*

étages avec ceux des terrains diluviens des vallées du Rhin et des Vosges, qui doivent être en partie attribués à des phénomènes glaciaires. M. Collomb conclut d'aileurs de ses recherches que l'homme, bien qu'on n'ait pas trouvé de squelettes humains sous des dépôts glaciaires, serait antérieur à l'ancienne extension des glaciers dans les Alpes. Cette opinion a au contraire été combattue par M. Desor (1). Ce géologue est d'avis que le phénomène glaciaire du Nord n'est pas d'une autre époque que celui des Alpes, et que l'homme, ainsi que bon nombre d'animaux et de plantes, n'a fait son apparition qu'après la fonte des grandes glaces.

M. de Vibraye (2) a présenté un historique des faits déjà anciens et assez nombreux, qui confirment les idées de M. Boucher de Perthes et qui semblent indiquer l'existence de l'homme fossile ; il annonce avoir entrepris des fouilles qui l'ont conduit aux mêmes résultats, et il se propose de les publier ultérieurement d'une manière complète.

Enfin M. Lartet (3), le savant paléontologiste, a fait une étude toutes spéciale des espèces de grands mammifères aujourd'hui éteintes et des squelettes humains ou des débris d'industrie qui s'y trouvent associés. Dans ces derniers temps, ses recherches ont été poursuivies dans diverses grottes à ossements, et particulièrement à Aurignac (Haute-Garonne), dans une sépulture humaine qui paraîtrait remonter à une très-haute antiquité, si ce n'est même aux premières phases de la période quaternaire ou diluvienne.

D'après l'étude qu'il a faite de cette période, M. Lartet pense, comme M. Pictet, qu'elle est le commencement de l'époque actuelle et que presque toutes les espèces de mammifères qui la caractérisent ont apparu ensemble (4). Si certaines espèces ont apparu en Europe un peu après les autres, il faut l'attribuer à des migrations ; ainsi le Mammouth a vécu en Sibérie avant d'émigrer en Europe. La disparition d'une partie des mammifères de la période quaternaire a pu varier avec les localités dans lesquelles

---

(1) *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel*, V.

(2) Quelques observations sur un article de la *Sentinelle du Jura*; extrait du *Monde* du 27 novembre 1861. — M. Melleville a également indiqué l'existence de l'homme avant le terrain diluvien dans une publication intitulée: *Du diluvium*, recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom et sur la cause qui les a reproduits ; Paris, 1842. — Voir aussi : Delanoue; lettre à M. le Ministre de l'instruction publique.

(3) *Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique.— Annales des sciences naturelles*, 1861, nº 4.

(4) *Bibliothèque universelle. Archives*, 1860 ; VIII, 265.

ils vivaient. Toutefois elle fournit des points de repère assez précis, d'après lesquels M. Lartet propose de subdiviser cette période en quatre époques.

La plus ancienne est celle où ont été formés les dépôts des cavernes les plus inférieurs. On y trouve des ossements de grands carnassiers, et en particulier ceux de l'ours des cavernes (Ursus spelæus), de l'hyène et du tigre (Hyæna spelæa, Felis spelæa, etc.).

Une seconde époque est celle pendant laquelle se sont déposées les plus grandes étendues de graviers stratifiés. Elle est caractérisée par l'apparition du Mammouth ou Elephas primigenius. M. Lartet la fait durer jusqu'à l'extinction de cette espèce, dont les ossements en deviennent ainsi parfaitement caractéristiques. Le Rhinoceros tichorchinus accompagne en général l'éléphant et disparait avec lui. Il en est de même de l'hippopotame fossile et du grand cerf d'Irlande (Megaceros hibernicus), au moins pour le centre de l'Europe.

La disparition de ces grandes espèces est certainement le fait paléontologique le plus grave que l'on puisse citer dans l'histoire de la période quaternaire, et il est bien probable qu'elle peut servir utilement de jalon.

Des deux autres époques, celle que M. Lartet désigne comme la troisième est caractérisée en ce qu'elle renferme les dernières traces du renne, et la quatrième en ce qu'on y trouve, pour la dernière fois, l'aurochs (Bison europæus) et l'urus (Bos primigenius). Ces trois espèces nous paraissent avoir eu une histoire assez semblable. Citées toutes les trois par Jules-César, deux d'entre elles vivent encore : l'aurochs en Lithuanie et le renne en Laponie.

A laquelle de ces deux phases peut-on rapporter l'apparition de l'homme en Europe? M. Lartet n'hésite pas à reconnaître dans toutes des traces de son existence, et à faire remonter, par conséquent, cette apparition à l'origine même de la période quaternaire (1).

Toutefois, les conclusions de MM. Pictet et Lartet ont été en partie combattues par M. Desor (2). Suivant lui, toute la faune et la flore actuelle n'auraient pas existé dès l'origine de la période diluvienne. Il y a eu certainement des extinctions, et elles sont attestées par les débris de Mammouth, d'Ursus spelæus, de Rhinoceros tichorinus; mais, d'après M. Desor, la faune actuelle au-

(1) *Bibliothèque universelle*, 1861; XII, 203. — Extrait du mémoire de M. Lartet, par M. Pictet.

(2) *Des modifications que les faunes terrestres et lacustres ont subies pendant la période quaternaire.* (Réponse à M. Pictet.) 1861.

rait été complétée à plusieurs reprises par l'intervention du Créateur, et la vie se serait manifestée sous des formes nouvelles, toutes les fois que des conditions nouvelles d'existence auraient surgi.

Nous ajouterons, en terminant, que les conclusions déduites de la découverte de M. Boucher de Perthes ont même été complétement contestées, notamment par MM. E. Robert (1), de Beningsen-Forder, et surtout par un géologue illustre, M. Élie de Beaumont (2), qui ne regarde pas comme démontré, quant à présent, que les silex taillés de la vallée de la Somme ou de la Seine aient été extraits du terrain diluvien *non remanié*.

Habitations lacustres. — Les habitations lacustres des lacs de Suisse et d'Italie ont vivement attiré l'attention depuis plusieurs années; c'est, il y a huit ans environ, dans le lac de Zurich qu'on en a trouvé les premières traces; d'anciens pilotis furent découverts et la quantité d'ustensiles de pierre et de bronze disséminés à l'entour firent supposer que des peuplades très-anciennes avaient construit des habitations sur les lacs, comme le font encore certains naturels de l'océan Pacifique et comme Hérodote le raconte des habitants de la Thrace.

De même que dans le Danemark, on a rapporté les plus anciens produits de l'industrie humaine à trois périodes distinctes, l'âge de pierre ou âge primitif, l'âge de bronze et l'âge de fer. On a pu, en Suisse, distinguer les stations où l'on ne retrouve que des objets en pierre, en corne, en os ou en bois (Münchenbuchsée, Meilan sur le lac de Zurich, Concise); celle où les objets sont en bronze (Cortaillod, Auvernier, Bevaix, Corcelettes, Chevroux, Estavayer, Port-Alban). Enfin les ustensiles de fer et de terre n'ont été trouvés encore que dans une seule localité.

De pareilles découvertes seraient plutôt du domaine de l'archéologie que de la géologie, si l'on n'observait de nombreux ossements d'animaux partout où d'anciens pilotis marquent la place du séjour de l'homme.

M. le professeur Rütimeyer (3) de Bâle, n'indique pas moins de vingt-huit espèces de mammifères qu'il a déterminés. Ce sont: l'ours, le blaireau, la fouine, la marte, le putois, l'hermine, la

(1) E. Robert. *Comptes rendus*, 1861; LIII, 63, 455, 812.

(2) *Comptes rendus*, 1861; LII, 1133. — Lettre de M. Boucher de Perthes à M. É. de Beaumont.

(3) *Die Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz.* — Bâle, 1861.

loutre, le loup, le renard, le chien, le chat, le hérisson, le castor, l'écureuil, le sanglier, le porc, plus une espèce particulière de sanglier, le cheval, l'élan, le cerf, le chevreuil, le daim, la chèvre, le bouquetin, le mouton, le bœuf, le bison et l'aurochs; de plus, la grenouille, la tortue et sept espèces d'oiseaux, savoir : l'épervier, le milan, la buse, le ramier, le héron, et deux espèces de canards.

Tous ces animaux habitent l'Europe, là où la chasse ne les a pas détruits. Il n'y a d'étranger à la faune actuelle que l'aurochs et une espèce de sanglier, aujourd'hui éteinte.

On a cru remarquer que les ossements sont plus abondants dans les stations de l'âge de pierre, à Moosseedorf, près Holwyl, Nauwyl (dans le canton de Lucerne), Roben-Lausen, sur le lac de Pfœfikon, Wangen sur le lac de Constance, Meilen sur lac de Zurick, Concise sur le lac de Neufchâtel.

Pendant l'âge de pierre, les habitants des lacs se nourrissaient de gibier plutôt que d'animaux dômestiques. Le renard remplissait aussi dans la première ère une place très-importante dans l'alimentation; dans les établissements les plus anciens, on retrouve déjà des animaux domestiques : bœuf, mouton, chèvre et chien; à Wangen, on a observé avec ces animaux, jusqu'à trois sortes de céréales. Les habitations lacustres de Suisse ne sont donc donc pas aussi anciennes que les stations primitives signalées par MM. Forchammer, Steenstrup et Worsacœ dans le Danemark : car on ne rencontre dans ces dernières d'autre animal domestique que le chien; aucune céréale n'y a même été découverte. Enfin, avec les ossements de l'élan, du bos primigenius, de l'aurochs, du castor, etc., on y a retrouvé ceux du renne qui n'avait pas encore émigré vers des latitudes plus septentrionales.

RAPPORT

SUR UNE LOCOMOTIVE FUMIVORE (SYSTÈME FRIEDMANN).

Par M. E. DE FOURCY, ingénieur en chef des mines (1).

Son Excellence M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics m'a invité, par lettre du 24 juillet 1862, à examiner les pièces descriptives d'un foyer fumivore inventé par M. Friedmann et à lui faire connaître mon avis sur cet appareil.

En dehors des pièces communiquées par M. le ministre, M. Friedmann m'a remis un mémoire détaillé à l'appui de son système. Laissant de côté les théories bien connues que renferme ce mémoire, je me contenterai d'en extraire quelques-unes des considérations qui ont guidé l'inventeur dans ses recherches.

1° Le foyer doit pouvoir convenir à toute nature de charbon; il faut qu'il puisse se charger suivant la méthode usuelle, et qu'il laisse au mécanicien le loisir de veiller aux autres organes de sa machine, à l'état de la voie, aux signaux de toute sorte.

2° Le combustible ne doit éprouver dans le foyer que le mouvement dû au progrès même de la combustion. Il ne doit pas être astreint à glisser sur des grilles très-inclinées. Une excessive inclinaison peut amener des irrégularités dans l'épaisseur de la couche combustible. La même inclinaison ne convient pas d'ailleurs à toutes les qualités, à toutes les grosseurs de charbon. Quant on marche à feu bas, la trépidation de la machine peut accidentellement mettre la grille à nu sur certains points. De là refroidissement du foyer et abaissement rapide de la pression.

3° Quand on ouvre la porte de chargement, l'introduction de l'air froid abaisse la température de la boîte à feu et des tubes de la chaudière. Il en résulte une diminution momentanée dans la pression de la vapeur et des contractions fâcheuses dans les assemblages de la boîte.

4° Toute amélioration apportée au matériel doit être exécutée sans modification difficile et par suite sans frais considérables. Pour

(1) Voir sur le même sujet, page 365 de ce volume.

qu'un système fumivore ait chance d'être favorablement accueilli par les compagnies, il faut qu'on puisse l'adapter sans enlever la boîte à feu, opération coûteuse et compromettante pour la durée de la boîte; il est également nécessaire qu'on puisse l'extraire facilement pour en faire la réparation.

Voici maintenant comment M. Friedmann a satisfait aux diverses conditions du problème qu'il s'était proposé de résoudre :

Imaginons une cloche en tôle, à base elliptique on rectangulaire; coupons cette cloche verticalement suivant la plus petite dimension de sa base et appliquons l'une de ses deux moitiés contre la face postérieure de la boîte à feu, celle où est pratiquée la porte de chargement. Si cette porte est tenue entr'ouverte, l'air extérieur appelé par le tirage de la cheminée (*) s'engouffrera dans la hotte ou demi-cloche, s'y échauffera sous l'influence du calorique qui rayonne de la grille, et s'échappera, sur tout le contour inférieur de la hotte, en nappe horizontale rasant en tout sens la couche supérieure du combustible. La haute température que prendra l'air en passant par la hotte exaltera nécessairement l'affinité de son oxygène pour les gaz hydrocarbonés dégagés par la houille, et c'est en ce point que le système Friedmann se distingue éminemment de tous les systèmes fumivores employés jusqu'à ce jour. Il sera d'ailleurs facile, en ouvrant plus ou moins la porte du foyer, de proportionner l'affluence de l'air comburant à l'abondance des gaz combustibles. Dans les stationnements, lorsque les cylindres n'émettent plus de vapeur dans la cheminée, on ouvrira le souffleur (**) dont toute bonne machine est aujourd'hui pourvue, ce qui maintiendra le tirage de la cheminée et par suite l'appel de l'air extérieur. Enfin, par exception, si le foyer renferme très-peu de combustible et qu'il y ait lieu de fermer la porte, ou si le foyer est, au contraire, très-fortement chargé et que l'ouverture de la porte ne soit pas suffisante, le mécanicien, en appuyant avec le pied sur un levier, fera tourner un clapet à charnière situé sous la plate-forme et démasquera ainsi une série de petits tubes qui, tra-

(*) On sait que, dans la marche, le tirage de la cheminée est uniquement dû au courant qu'y détermine la vapeur sortant des cylindres; après avoir agi comme moteur sur les pistons des cylindres, la vapeur, avant de se perdre dans l'air, fonctionne comme ventilateur aspirant pour appeler l'air dans le foyer.

(**) Le souffleur est un tube d'un petit diamètre qui, par un bout, s'adapte sur le dôme de la chaudière et débouche, par l'autre, dans la cheminée. Les machines du Nord sont, depuis plus d'un an, munies de ce petit appareil, qui rend les plus utiles services soit dans les stationnements pour remplacer l'échappement, soit dans les gares de départ pour précipiter la fin de l'allumage dès que la chaudière commence à entrer en pression.

versant la boîte à feu, débouchent dans la partie inférieure de la hotte à 30 ou 40 centimètres au-dessus de la grille : dans le premier cas, ces tubes remplacent la porte ; dans le second, ils lui viennent en aide.

On n'a plus à craindre, dans le système Friedmann, que les parois de la boîte à feu et les tubes de la chaudière soient exposés au contact de l'air froid, puisque cet air s'échauffe toujours dans la hotte avant de les atteindre. Mais comme cette hotte fait, en revanche, obstacle, d'une part, à ce que le mécanicien juge de l'état du foyer tout entier, de l'autre, à ce qu'il tamponne les tubes qui crèvent en cours de marche, M. Friedmann pratique dans la boîte, à droite et à gauche, deux petits ouvreaux ou regards qui permettent au mécanicien de constater l'état du feu et à travers lesquels on introduit les outils, les tampons, qu'on fait passer par la porte de chargement dans les foyers ordinaires. On pourrait même au besoin, si ces ouvreaux ne permettaient pas d'atteindre les tubes les plus bas de la chaudière, ménager dans la hotte un clapet à charnière qui s'ouvrirait, en cas d'accident, pour livrer passage aux outils.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer montrent que l'appareil de M. Friedmann satisfait bien aux principales conditions qu'il s'était posées. Son foyer fumivore est, en effet, indépendant de la nature du charbon, et n'exige point du mécanicien plus d'attention que le foyer ordinaire. La grille est horizontale et ne donne aucune crainte pour la bonne répartition du charbon. Les parois échauffées de la boîte à feu ne reçoivent jamais le contact de l'air froid. Enfin le prix de l'appareil (pose comprise) ne dépasse pas 650 francs ; il s'adapte à toutes les boîtes à feu, sans qu'il soit nécessaire de les modifier ; il s'enlève, en cas de besoin, avec une extrême facilité. Il suffit en effet, pour l'appliquer, de visser dans la plaque de la boîte à feu quelques boulons, de percer dans la hotte des trous correspondants aux saillies de ces boulons, et de les maintenir sur ces saillies au moyen de petits écrous. Pour l'enlever, on dévisse les écrous, et la hotte s'extrait par le cadre de la grille débarrassée de ses barreaux.

Une locomotive munie de la hotte Friedmann fonctionne en Belgique sur la ligne de Hainaut et Flandres (entre Mons et Gand). Le président du conseil d'administration et le directeur de la compagnie s'expriment ainsi dans un certificat du 30 juin 1862 :

« Nous certifions qu'une machine locomotive à marchandises (n° 148), construite d'après le système de MM. d'Erlanger et Fried-

mann, fonctionne sur nos lignes, depuis le 25 mai, et que l'application dudit système a donné les résultats suivants :

« 1° Fumivorité complète avec tous les combustibles essayés, tels que briquettes de charbons agglomérés, charbons demi-gras et charbons maigres flambants contenant beaucoup de produits volatils ;

« 2° Économie notable dans la consommation des combustibles, variant d'après la nature des charbons employés ;

« 3° Service de chauffage usuel et n'exigeant aucune intelligence supérieure du mécanicien ;

« 4° Conservation plus durable et plus assurée de la boîte à feu et des tubes : ceci nous semble concluant, par la propreté desdits organes et de la chaudière après le service de la machine, et par la température plus constante du foyer pendant la marche.

« En conséquence, nous n'hésitons pas à exprimer à MM. d'Erlanger et Friedmann notre entière satisfaction et notre désir d'appliquer à toutes nos machines le système de foyer déjà appliqué à notre locomotive n° 148 (*). »

(*) Les instructions remises par M. Friedmann aux mécaniciens et chauffeurs belges viennent tout à fait à l'appui des détails que j'ai donnés sur le principe et le jeu de son appareil.

Instructions. — On ne charge que par la grande porte du foyer ; les deux ouvreaux latéraux ne servent qu'à surveiller la plaque tubulaire et le feu des côtés ; tout chargement par les ouvreaux, soit pendant l'allumage, soit pendant la marche, est expressément défendu.

On évite de charger en station ou immédiatement avant l'arrivée. Il faut charger peu à la fois et autant que possible dans la marche accélérée.

Après avoir chargé ou tisonné, on laisse la porte du foyer entièrement ouverte pendant un intervalle de 25 à 30 secondes : la vive distillation qui se produit dans ce moment exige l'affluence d'air la plus grande possible.

La porte du foyer ne doit jamais être entièrement fermée. En marche, son loquet se trouve au deuxième ou au troisième écran de l'arc du cercle horizontal que parcourt ce loquet. L'ouverture de la porte est ainsi de 5 à 10 centimètres. Elle ne doit jamais tomber au-dessous de 1 centimètre.

Quand la machine ne fonctionne pas et que le régulateur est fermé, on ouvre la porte davantage, et l'on fait agir modérément le souffleur pour produire un peu de tirage dans la cheminée ; sans ce tirage, l'air ne descendrait pas jusqu'au bas de la hotte chaude, pour se mêler, en passant sous le contour inférieur de cette hotte, avec les produits de la distillation qu'il doit entièrement consumer.

En stationnement, il faut que le souffleur agisse modérément et que la porte du foyer soit entièrement ouverte. Si, pendant le stationnement, le mécanicien a des raisons de tenir la porte fermée, il doit entièrement ouvrir le clapet placé au-dessous du tablier, et démasquer ainsi l'orifice des tubes qui laissent entrer l'air destiné à la combustion de la fumée. Si le mécanicien est, par exception, forcé de charger pendant le stationnement, et si le combustible est très-fumeux, il ouvre à la la fois et la porte et le clapet inférieur.

Avant d'allumer la machine, il faut soigneusement balayer la hotte à feu ; mais la hotte ne doit être débarrassée que des mâchefers qui pourraient s'y être accidentellement attachés. Les crasses et les cendres qui se déposent sur sa surface protégent le métal contre l'oxydation.

Bien que les présomptions de la théorie fussent toutes en faveur de l'appareil Friedmann, et nonobstant les bons témoignages donnés par l'administration du chemin Hainaut et Flandre, j'ai pensé qu'il m'était impossible d'être complétement édifié sur le mérite du nouveau système fumivore, si je n'en constatais les effets par ma propre expérience. J'ai, en conséquence, prié M. Pétiet, ingénieur en chef de l'exploitation au chemin du Nord, de vouloir bien autoriser M. Friedmann à faire venir à Paris la locomotive qui fonctionne avec son foyer sur le chemin de Mons à Gand. M. Pétiet s'est prêté à mon désir avec la plus gracieuse obligeance, et je suis heureux de lui en témoigner ici, tant au nom de M. Friedmann qu'au mien propre, notre sincère reconnaissance.

L'un de nos commissaires d'Amiens, que j'avais invité à attendre le passage de la machine, l'a suivie dans tout le parcours de sa circonscription, sur une distance de 100 kilomètres. Voici la reproduction de la note qu'il m'a transmise :

« La machine, au départ d'Amiens, était approvisionnée du même charbon de terre qu'elle avait pris à Valenciennes et de briquettes rectangulaires que lui avait fournies le dépôt d'Amiens.

« A Creil, le mécanicien belge a pris du gros charbon et des briquettes rondes.

« Depuis notre départ d'Amiens jusqu'à Luzarches, je n'ai pas aperçu la moindre fumée, même lorsqu'on chargeait le feu. Ce qui s'échappait de la cheminée avait une couleur blanche exactement semblable à celle de la vapeur qui sort des soupapes. »

Le 8 août, la locomotive a été employée, sur la ligne de Creil par Pontoise, à faire le service d'un train de pierres entre l'Ile-Adam et Paris. Elle est partie de Paris avec des wagons vides accompagnés par M. Bonvin, garde-mines très-expérimenté, attaché au service du contrôle du Nord. J'ai été moi-même l'attendre à Pontoise, et j'y suis monté à son retour de l'Ile-Adam.

A l'aller, notre garde-mines a constaté que, de Paris à l'Ile-Adam, la machine ne donnait aucune fumée. J'ai pu faire au retour la même observation. Le manomètre de la machine, qui est timbrée à une pression effective de 6 atmosphères, s'est constamment maintenu entre 5 et 6 atmosphères. Le foyer était alimenté au moyen de briquettes et d'une houille de Lens (Pas-de-Calais) contenant 25 p. 100 de matières volatiles. La houille était à l'état de tout-venant, mais renfermait beaucoup de poussier ; elle est réputée une des plus fumeuses qu'emploie le chemin du Nord. En quittant Pontoise pour aller sur Paris, on monte une longue rampe de 0,0055. La machine, qui remorquait un train fort lourd, était menée à toute vapeur ; les

chargements étaient fréquents. Elle n'a jamais fumé, même à l'instant de ces chargements. A la rampe que nous avons d'abord gravie succède, jusqu'à Saint-Denis, une pente de 0,0035. Il devenait alors inutile de donner beaucoup de vapeur et par suite de charger beaucoup la grille. La machine est restée également fumivore. L'analogie des résultats est d'ailleurs facile à expliquer; quand on monte, on brûle beaucoup de charbon, et par suite on dégage beaucoup de gaz carbonés; mais en revanche la vapeur lancée dans la cheminée est plus considérable, le tirage plus actif et l'affluence de l'air comburant plus énergique. A la descente, la quantité de vapeur émise dans la cheminée est moindre, le tirage moins actif; mais aussi la quantité de gaz à brûler est moins considérable. Le train s'est arrêté deux fois. Dans ces stationnements, le régulateur était complétement fermé; mais on y suppléait, comme on l'a vu plus haut, au moyen du souffleur, et le mince jet de vapeur que cet appareil lance dans la cheminée suffisait pour appeler l'air nécessaire à la combustion complète des gaz hydrocarbonés.

L'expérience a donc réussi de la manière la plus satisfaisante, et la locomotive de M. Friedmann est bien réellement une locomotive fumivore, fumivore à la marche, fumivore au stationnement.

Il était naturel de se demander si une hotte en tôle placée au milieu d'un foyer de locomotive n'y serait pas promptement détruite. Le certificat délivré à M. Friedmann par l'administration du chemin de Hainaut et Flandre montre qu'après un mois de service cette hotte était encore parfaitement intacte. J'ai pu moi-même constater que cette hotte n'a rougi en aucun moment de l'expérience à laquelle j'ai pris part. L'air qui afflue par la porte de chargement enlève constamment à la tôle la chaleur qu'elle reçoit du combustible incandescent, et le métal paraît ainsi protégé par sa conductibilité même. Cette préservation ne saurait toutefois être absolue. Mais, si la hotte s'use par son contour inférieur, on voit que, ne supportant aucune pression, elle pourra servir tant qu'elle ne sera ni fendue ni percée. J'ajouterai que, si sa durée était limitée à un an, la tôle est une substance assez bon marché pour que le renouvellement partiel de la hotte soit une dépense tout à fait insignifiante à côté des avantages incontestables qu'elle doit procurer.

Une question plus importante serait celle de l'influence exercée par l'appareil sur la consommation du combustible. A cet égard, je n'ai d'autre renseignement que le témoignage de la compagnie Hainaut et Flandre. Pour que l'expérience fût décisive, il faudrait qu'une compagnie de chemin de fer voulût bien adapter la hotte fumivore de M. Friedmann à une locomotive dont la consommation

soit bien connue, et à laquelle on imposerait, pendant deux ou trois mois, avec la hotte, le même service qu'elle accomplit dans son état actuel. Mais, indépendamment de toute expérience, il semble manifeste qu'une machine qui brûle sa fumée est une machine qui brûle tout son charbon, et une machine qui brûle tout son charbon est une machine qui en extrait toute sa force motrice. La fumée est du combustible perdu ; une machine fumivore est nécessairement une machine économique (à condition, bien entendu, qu'il n'y ait point excès dans l'admission de l'air). S'il y a bénéfice à brûler telle espèce donnée de combustible dans un foyer fumivore, il y a un avantage non moins appréciable à pouvoir brûler dans ce foyer toute espèce de combustible. Or il me paraît évident qu'avec l'appareil Friedmann les compagnies pourraient hardiment substituer au coke la houille en nature dans les trains mêmes de voyageurs. Les avantages de cette substitution sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter. Ils ont d'ailleurs été clairement établis dans un très-intéressant mémoire de M. Couche sur le bouilleur Tenbrinck (*Annales des mines*, tome I de 1862). Il y aurait donc une véritable utilité publique à ce que le foyer de M. Friedmann fût mis en expérience par toutes les compagnies, et notamment par celles qui ne disposent que de houilles très-fumeuses, comme la compagnie de l'Est sur toute sa ligne, comme la compagnie d'Orléans sur une partie de son réseau.

En conséquence, j'estime qu'il y a lieu, par M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, d'appeler spécialement l'attention des compagnies sur un appareil dont l'essai ne leur coûtera pour ainsi dire ni peine ni argent.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DEUXIÈME.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

CHIMIE.

MÉTALLURGIE. — MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

CONSTRUCTION. — CHEMINS DE FER.

EXPLICATION DES PLANCHES

DU TOME DEUXIÈME.

Pl. I.

Fig. 1 et 2. Disposition générale des gîtes d'Ischl et d'Hallstadt.
Fig. 3. Disposition des fragments de sel dans l'argile.
Fig. 4. Couches alternatives de sel et d'argile.
Fig. 5. Disposition actuelle des chambres superposées.
Fig. 6. Disposition ancienne.
Fig. 7. Disposition des *Sinkwerk*.
Fig. 8. Plan à Hallstadt.
Fig. 9. Disposition des chambres.
Fig. 10. Plan général d'un étage à Ischl.
Fig. 11. Pic de 2 kilog.
Fig. 12. Pic de 1 kilog. 1/2.
Fig. 13. Travail par jets d'eau.
Fig. 14. Autre disposition de même travail.

Pl. II.

Fig. 1. Creusement des puits de haut en bas.
Fig. 2. Creusement des puits de bas en haut.
Fig. 3. Boisage des galeries dans le milieu solide.
Fig. 4. Muraillement dans le *Lebelgebirge*.
Fig. 5 et 6. Boisage à Hallstadt.
Fig. 7. Préparation du massif d'abatage.
Fig. 8. Préparation des chambres; disposition ancienne.
Fig. 9. Préparation des chambres; disposition actuelle.
Fig. 10. Barrages (*Wehr*).
Fig. 11. Disposition d'une chambre en commencement 'exploitation.
Fig. 12. Plan et élévation d'une ancienne chambre.
Fig. 13. Coupe de la chambre dans la première phase.
Fig. 14. Détermination de l'élévation du ciel.
Fig. 15. Loi de l'agrandissement du plafond.
Fig. 16. Forme du volume exploité.
Fig. 17. Hauteur à donner aux étages.
Fig. 18. Disposition des tuyaux d'écoulement.
Fig. 19. Lavage discontinu.
Fig. 20 et 21. Conduites d'eau.
Fig. 22. Assemblage en vue des petits tassements du terrain.

Pl. III.

(Toutes les indications nécessaires à l'intelligence des figures sont inscrites sur la planche elle-même.)

Pl. IV.

Fig. 1. Plaques latérales des chaudières.
Fig. 2. Disposition du foyer.
Fig. 3. Disposition de l'atelier.
Fig. 4. Râble en tôle.
Fig. 5. Pelle pour l'enlèvement du sel.
Fig. 6. Atelier de mise en formes.
Fig. 7, 8, 9. Barils (*Fuderl*).
Fig. 10. Tables échancrées.
Fig. 11. Battoir en bois.
Fig. 12, 13. Outil pour l'enlèvement des arêtes des pains.
Fig. 14. Briques creuses.
Fig. 15. Foyers des étuves.

Pl. V et VI. *Puddleur mécanique employé à l'usine du Clos-Mortier*. Page 135

Fig. 1 à 11 Pl. V, et 1 à 11 Pl. VI. *Puddleur mécanique de la forge du Clos-Mortier*. . . . . Page 135

AA Sole du four à puddler.
B Cône des poulies.
C Poulie commandant la poulie D.
D Poulie commandée par la poulie C.
E Poulie agissant comme tendeur sur les courroies des poulies C et D.
F Plateau-manivelle commandant le balancier HH.
G Bielle reliant le plateau-manivelle F au balancier HH.
HH Balancier auquel s'attache l'outil Z.
I Pignon ou vis sans fin qui commande l'engrenage J.
J Engrenage commandé par le pignon I.
K Palier fixe de l'arbre sur lequel sont calés l'engrenage J et le plateau-manivelle L.
L Plateau-manivelle commandant les coulisses directrices RR.
M Palier oscillant de l'arbre sur lequel sont calés le plateau-manivelle F et le pignon I.
μ Manneton calé dans le plateau-manivelle L.
NN Balancier oscillant commandé par l'excentrique Q.
O Axe horizontal du balancier N.
P Chaise portant le tourillon du plateau-manivelle L.
Q Excentrique fixée sur le plateau-manivelle L.
RR Coulisse qui dirige le plan d'oscillation du balancier HH.
SS Axe vertical des coulisses directrices.
T Bielles commandant les coulisses directrices RR au moyen du bras de levier U.
U Bras de levier sur lequel agissent les bielles T.
V Leviers auxquels sont suspendus les balanciers HH.
X Cames agissant sur les tringles Y.
Y Tringles agissant sur les leviers V.
Z Outils opérant dans le four à puddler.
ρ Ressorts relevant les balanciers HH abaissés par les cames X.

Fig. 12, *Flotteur alimentaire automoteur*. . . . . Page 415
Fig. 13 et 14. *Grille de M. Langen*. . . . . Page 411

Fig. 12 et 13, Pl. VI.

A Manneton calé sur le disque de l'engrenage à dents intérieures et articulé à la bielle qui commande le balancier.
B Tourillon calé dans le disque de l'engrenage F et autour duquel tourne l'engrenage à dents intérieures.
D Pignon qui commande l'engrenage F.
E Engrenage qui commande l'engrenage G.
F Engrenage commandé par le pignon D coulé d'une seule pièce avec l'arbre creux RR et l'excentrique K.
G Engrenage commandé par l'engrenage E et calé sur le même arbre que le pignon intérieur N.
H Arbre en fer intérieur à l'arbre creux RR.
I Arbre moteur.
K Excentrique commandant la coulisse directrice.
N Pignon commandant l'engrenage à dents intérieures qui porte le manneton A.
P Palier de l'arbre H.
Q Palier de l'arbre creux RR.
R[1] Palier de l'arbre moteur I.

Fig. 14 à 18. *Chariot de mine; essieu creux à graissage continu.* Page 321

Pl. VII. *Extraction des mines du Cornwall.* . . . . Page 155

Fig. 1. Élévation du kibble de Dolcoath.
Fig. 2. Feuille pour le kibble précédent.
Fig. 3. Élévation d'une recette au jour; croquis pris à la mine de Carnbrea.
Fig. 4. Couvercle à charnière du puits de Carnbrea.
Fig. 5, 6. Skip de la mine de Levant; la *fig.* 5 est une vue de la face d'avant; un guide est supposé enlevé et une roue coupée; la *fig.* 6 est une vue de côté, deux guides et deux roues ôtés.
Fig. 7. Mode de fermeture des skips de Wheal-Butler.
Fig. 8, 9 et 10. Barres des skips de Wheal-Buller, Carnbrea et Levant.
Fig. 11. Coupe horizontale du puits de Stray-Park; à gauche, compartiment des pompes et des échelles; à droite, extraction par skips.
Fig. 12. Coupe verticale suivant XY (*fig.* 11).
Fig. 13. Puits d'extraction à deux voies.
Fig. 14. Croquis d'ensemble d'une recette intérieure à Wheal-Buller.
Fig. 15. Trappe de chargement; vue de face A (*fig.* 14).
Fig. 16. Élévation latérale d'une recette au jour au puits Hocking, à Wheal-Buller.
Fig. 17. Plan d'une moitié du puits suivant ABC (*fig.* 16).
Fig. 18. Câble en chanvre de Drakewalls.

Pl. VIII à XIII. *Exécution des terrassements de la ligne de Busigny à Somain.* . . . . Page 273

Pl. VIII.

Fig. 1. Croisement à cœur d'ouvertures variables généralement de 0m,13 à 0m,18.

La pointe et les contre-rails sont faits de bandes de fer forgé, rivées sur des pièces de bois d'environ 0m,10 d'épaisseur.

Fig. 2. Traversée de voies.

La traversée de voie proprement dite et les deux croisements sont faits comme il est dit ci-dessus.

Fig. 3. Aiguilles de changement de voies pour les transports par machines des terres de la grande tranchée de Cambrai.

Fig. 4. Levier de manœuvre de cette aiguille.

Fig. 5. Crapaud d'arrêt servant à fixer l'aiguille dans chacune de ses positions.

Fig. 6. Croisement de voies à aiguilles de $0^m,13$ de changement de voies servant aux transports par machine.

Fig. 7. Crapaud d'arrêt.

Fig. 8.	Wagon n° 346 venant de MM. Foriel et Quesnot.			Type n° 1.
Fig. 9.	*Id.* n° 224	*id.*	*id.*	Type n° 2.
Fig. 10.	*Id.* n° 224	*id.*	*id.*	Type n° 3.
Fig. 11.	Wagon dit de M. Guillon.			Type n° 4.
Fig. 12.	Wagon dit de M. Bellisson.			Type n° 5.
Fig. 13.	Wagon dit de M. Clausse.			Type n° 6.

l. IX.

Fig. 1. Profil en long de l'ensemble de la tranchée de Bertry et des remblais correspondants.

Les lisérés figurés au déblai marquent la séparation des terres qui ont servi à faire le remblai amont, de celles qui ont fait le remblai aval. Les lignes horizontales au déblai figurent la séparation des différents étages.

Fig. 2. Plan d'ensemble de la tranchée et de ses remblais.

Fig. 3. Profil en long de la tranchée au moment où tous les chantiers sont en activité.

Les parties non hachées représentent les parties exécutées; les parties hachées celles restant à faire.

Fig. 4. Plan correspondant à ce profil.

Les voies sont représentées par des traits noirs forts; les doubles traits fins avec de petites flèches représentent les rigoles faites pour l'écoulement des eaux venant de la tranchée.

Fig. 5. Profil en long d'ensemble de la tranchée de Fontaine-au-Piré et de ses remblais.

Les lignes horizontales dans le déblai indiquent les séparations des étages. Les lignes verticales au déblai et au remblai indiquent les époques successives d'exécution qui sont datées de mois en mois.

Fig. 6. Plan d'ensemble montrant les dépôts faits à gauche à l'amont de la tranchée.

Pl. X.

Fig. 1. Profil en long de la tête amont de la tranchée de Fontaine-au-Piré au moment de l'exécution de l'étage inférieur et de l'étage supérieur en déblai et de l'exécution du rémblai et des dépôts.

Fig. 2. Plan correspondant montrant l'exécution du remblai au moyen de l'étage inférieur en déblai et de deux depôts au moyen de deux attaques différentes de l'étage supérieur.

Fig. 3. Coupe en travers montrant la position relative des deux attaques de l'étage supérieur en déblai.

Fig. 4 et 5. Profil en long et plan au moment de l'exécution simultanée des trois étages en déblai de la tranchée de Fontaine-au-Piré.

Fig. 6. Coupe en travers de la tranchée à l'emplacement de la cunette de l'étage inférieur montrant la situation relative des trois étages.

Fig. 7. *Idem* de l'étage moyen.

Fig. 8. *Idem* de l'étage supérieur.

Fig. 9 et 10. Coupe en long et plan après la fin de l'étage supérieur en déblai. En ce moment, les dépôts sont terminés et les terres de l'étage moyen et de l'étage inférieur vont finir le remblai normal.

Fig. 11. Plan de la tête aval en cours d'exécution au moment où, tout en continuant le remblai normal, on commence le remblai de la station de Cattenières.

Fig. 12. Coupe en long de cette tête à la même époque vers la cunette.

Fig. 13 et 14. Coupe en travers de cette cunette en différents points.

Pl. XI.

Fig. 1 et 2. Profils en long d'ensemble montrant les époques successives d'exécution d'une partie de l'emprunt de Forenville au wagon et de la tranchée d'Awoingt.

Fig. 3 et 4. Profil en long et plan de l'emprunt de Forenville au moment où les remblais formés avec les emprunts vont se souder avec les remblais voisins.

Fig. 5 et 6. Profil en long et plan de la tranchée de Thun-Saint-Martin au moment où l'on enlève l'étage inférieur en déblai.

Fig. 7. Profil en long et d'ensemble de la tranchée de Thun-Saint-Martin avec les époques successives d'exécution.

Fig. 8. Plan de la tranchée de Thun-Saint-Martin au moment où les deux étages simultanés d'amont en déblai, l'étage inférieur en remblai d'amont, l'étage supérieur en déblai et le remblai correspondant d'aval sont en activité.

Fig. 9. Profil en long d'ensemble de la tranchée d'Iwuy, donnant la séparation des étages et les différentes époques d'exécution,

Fig. 10. Plan d'ensemble de la tranchée d'Iwuy et des remblais correspondants.

Pl. XII.

Fig. 1. Profil on long d'ensemble de la grand tranchée de Cambrai et des remblais correspondants avec les dates successives d'exécution,

Fig. 2. Plan d'ensemble de la tranchée et de ses remblais.

Fig. 3. Profil en long du chemin de service par lequel on a transporté les terres du deuxième remblai et de la seconde partie du premier remblai, pendant qu'on exécutait la première partie directement.

Fig. 4. Profil en long du premier remblai au moment où la partie venant directement de la station et celle venant par le chemin de service et par rebroussement vont se souder.

Fig. 5. Plan correspondant montrant la situation des voies et du chemin de service.

Fig. 6 et 7. Profil en long et plan du premier étage du second remblai.

PL. XIII.

Fig. 1. Courbes représentatives des nombres d'hommes employés, des wagons déchargés et des cubes faits pendant tout le temps de l'exécution de la tranchée de Fontaine-au-Piré.

Fig. 2. Mêmes courbes pour la grande tranchée de Cambrai.

Fig. 3. Courbes représentatives des cubes de terrassements effectués par chaque entrepreneur de la ligne pendant toute la durée de son exécution.

Pl. XIV. *Fig.* 1 à 4.

Foyer fumivore de M. Tenbrinck, modifié par M. Bonnet. . . Page 343

a Clapet à air.
b (*fig.* et 2). Tubes à air.
d Briqnes réfractaires.
g Grille fixe.
g' Grille à bascule.
h Vis de manœuvre de la grille à bascule.
m, *n*, *o*. Pièces en fonte dirigeant la lame d'air admise par le clapet inférieur.

Fig. 5 à 12. *Réparations faites à un foyer en tôle d'acier fondu appliqué à une locomotive du chemin de fer de l'Est.* . . . . . Page 419

Fig. 13. *Auvent appliqué par M. Friedmann aux foyers de locomotives pour les rendre fumivores.* . . . . Page 365

FIN DU TOME DEUXIÈME.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.

BIBLIOGRAPHIE.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1862.

OUVRAGES FRANÇAIS.

1° *Mathématiques pures.*

Annales de l'Observatoire impérial de Paris, publiées par U.-J. Le Verrier, directeur de l'Observatoire. T. V (1843-1844). In-4, 272 p.

BACH. Des passages de Mercure sur le Soleil, et en particulier du passage de 1861. In-4, 12 p. et pl.

BARDIN (G). Cours de dessin industriel, choix d'exercices à l'usage des élèves des écoles primaires supérieures, des classes de dessin industriel d'apprentis et d'adultes, des écoles professionnelles, etc. 1re partie, géométrie graphique; 10 p. et 10 pl. in-fol.

DERIVRY (A.-L.). Carte à calculs pour géodésie, ou Arithmomètre à à l'usage des géomètres, etc.

GUIRAUDET. Note sur les points à indicatrice parabolique et sur la théorie des points singuliers dans les courbes planes. In-8, 15 p.

HERMITE. Sur la théorie des fonctions elliptiques et ses applications à l'arithmétique : lettre adressée à M. Liouville. In-4, 24 p.

LA GOURNERIE (JUL.) Traité de géométrie descriptive 2e partie. Texte et atlas in-4, 210 p.

LAURENT. Théorie des séries contenant : 1° les règles de convergence et les propriétés fondamentales des séries; 2° l'étude et la sommation de quelques séries; 3° quelques applications de la théorie des séries au calcul des expressions transcendantes. Ou-

vrage destiné aux candidats des Écoles polytechnique et normale, etc. In-8, 132 p.

Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut impérial de France, T. XXVI. In-4, 986 p. et 5 pl.

PONCELET (J.-P.). Applications d'analyse et de géométrie qui ont servi, en 1822, de principal fondement au traité des propriétés projectives des figures et comprenant la matière de sept cahiers manuscrits, rédigés à Saratoff, dans les prisons de la Russie (de 1813 à 1814), et accompagnés de divers autres écrits anciens ou nouveaux, annotés par l'auteur et suivis d'additions par MM. Mannheim et Moutard. 1862. Tome XIII, in-8, 564 p.

ROCHE. Nouvelles recherches sur la figure des atmosphères des corps célestes. In-4, 42 p. et pl.

VERDIER. Discours sur l'étude du ciel et des sphères artificielles, lu en 1861, à la Société d'agriculture, etc., de la Sarthe. In-8, 7 pl.

2° *Physique, chimie.*

Annuaire de la Société météorologique de France. T. II, 1854. In-8, 562 p.

BOUTAN et D'ALMÉIDA. Problèmes de physique. In-8, 69 p.

BREGUET. Manuel de télégraphie électrique. 4e *édition*, revue, corrigée et augmentée, ornée de 80 gravures sur bois placées dans le texte et de 4 pl. gravées sur acier. In-18 jésus, 258 p.

CAZIN. Essai sur la détente et la compression des gaz. Propositions de chimie et de minéralogie. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris. In-4, 103 p.

CHANCEL (G.) et DIACON. Sur le chauffage au gaz dans les laboratoires de chimie, 23 p. in-8.

CLEGG (Samuel). Des avantages de l'éclairage et du chauffage par le gaz; extrait du Traité de l'éclairage au gaz. 13 p. in-32.

COLSON. Un chapitre sur les hydrocarbures des schistes bitumineux lignifères. In-8, 55 p.

DEBRAY (H.). Sur la production des températures élevées et sur la fusion du platine; leçon professée le 1er mars 1861 à la société chimique de Paris; 27 p. in-8.

DELAFOND (A.) et J. Corraldi. Étude sur les vapeurs surchauffées. Appareil de cheminées à tubes-siphon propre à surchauffer la vapeur des chaudières ordinaires. In-8, 15 p. et pl.

Dictionnaire de chimie industrielle par MM. Barreswil et Aimé Girard, avec la collaboration de MM. de Luca, Aubergier, Balard,

Bayvet, H. Bouillet, Ciccone, Collin, Davanne, Decaux, etc. Tome II, 2[e] partie, 1862. In-8. p. 273—508.

Dumoncel (Th.). Exposé des applications de l'électricité. Tome V, 2[e] fascicule. Revue des découvertes faites de 1859 à 1862. In-8, 248 p.

Escayrac de Lauture (comte d'). De la transmission télégraphique et de la transcription littérale des caractères chinois; 1[re] partie, 16 p. in-4.

Giroud (H.). Description du régulateur télégraphique, à l'usage des usines et des consommateurs de gaz d'éclairage; 32 p. et fig., in-8.

Jaunin. Exposé des découvertes de MM. Kirchhoff et Bunsen sur le spectre. In-8, 32 p. et pl.

Pasteur. Nouveau procédé industriel de fabrication du vinaigre. In-4, 7 p.

Pellegrin (Jules). Manuel théorique et pratique de télégraphie à l'usage de l'armée; 74 p. in-16.

Pelouze et Frémy. Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole. 3[e] édition entièrement refondue, avec figures dans le texte, t. II, chimie organique, II. In-8, 1044 p.

Rivot. Docimasie. Traité d'analyse des substances minérales, à l'usage des ingénieurs des mines et des directeurs de mines et d'usines, t. II. Métaux alcalins; métaux alcalins terreux; métaux terreux; applications. In-8, 719 p. et 3 pl.

Rivot. Analyse des gaz et des eaux minérales. In-8, 87 p., 3 pl.

Rose. Traité complet de chimie analytique. Édition française originale; analyse quantitative, 2[e] fascicule. In-8, 1780 p.

Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole; par J. Pelouze et E. Fremy. 3[e] édition, entièrement refondue. T. II. Chimie organique. 2[e] partie. In-8, 1044 p.

Wheatstone (C.) et F. A. Abel. Rapport au secrétaire d'État de la guerre sur le résultat des recherches entreprises à Woolwich et à Chatam sur l'application de l'électricité de différentes sources à l'explosion de la poudre; traduit de l'anglais par F. J. A. Martenet, chef d'escadron d'artillerie. 87 p. et 1 pl., in-8.

3° *Mécanique appliquée, exploitation et droit des mines.*

Armengaud. Publication industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés et les plus récents employés dans les différentes branches de l'industrie française et étrangère. 3[e] édition, texte. T. IV. In-8, 175 p.

Armengaud. Traité théorique et pratique des moteurs à vapeur. T. II. In-4, 644 p. et atlas.

Boucharlat (J.-L.). Éléments de mécanique. 4e édition In-8, xvi-264 p. et 10 ql.

Bulletin trimestriel du Cercle des mécaniciens français. Marseille. N° 1, janvier-février-mars 1862 ; 42 p. et tableau. In-4.

Cottet. De l'impossibilité du mouvement perpétuel et de l'accroissement de la force par les machines. In-8, 16 p.

Damey (A.) Le Conducteur de machines à battre à manége ou à vapeur. Guide à l'usage des propriétaires, fermiers, chauffeurs, engreneurs, etc. In-12, 107 p.

Dalloz. De la propriété des mines et de son organisation légale en France et en Belgique. Étude suivie de recherches sur la richesse minérale et la législation minière des principales nations étrangères; 2 vol. in-8. 1584 p.

Davy. Recherches théoriques et expérimentales sur l'électricité considérée au point de vue mécanique. In-8, 134 pl.

Delaunay (Ch.). Cours élémentaire de mécanique théorique et appliquée. 5e édition. In-18, viii-711 p.

Delaunay (Ch.) Traité de mécanique rationnelle. 3e édition. In-18 571 p. et fig. dans le texte.

Dupont. Traité pratique de la jurisprudence des mines, minières, forges et carrières à l'usage des exploitants, maîtres de forges, ingénieurs et des fonctionnaires ressortissants aux ministères des travaux publics, de l'intérieur et de la justice. 2e *édition*, revue et mise au courant des dernières décisions administratives et judiciaires. 3 vol. in-8, 1540 p.

Gaudry (Jules). Traité élémentaire et pratique de l'installation, de la conduite et de l'entretien des machines à vapeur fixes, locomotives, locomobiles et marines, à l'usage des propriétaires d'usines à vapeur, mécaniciens, etc. 2e édition, entièrement refondue et augmentée. Tomes II et III. In-8, 736 p. et 9 pl.

Glotin (G.). Essai sur les propulseurs à mouvement alternatif In-8, 26 p.

Henveaux (M.-D.). Mémoire sur la construction des laminoirs. In-8, 72 p. et 7 pl.

Hirn. Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur, contenant la traduction du livre de M. G. Zeuner : *Grundzüge des mechanischen Warmetheorie*. In-8, 655 p. et 2 pl.

Lacolonge (Ordinaire de). De l'emploi du genou pour commander les freins de wagons. In-8, 16 p. et fig.

Ledieu (A.). Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation à l'usage des constructeurs, des officiers de vaisseau, des élèves

de l'École navale et notamment des candidats aux divers grades de maîtres mécaniciens. Ouvrage publié avec l'autorisation de S. Ex. M. le ministre de la marine et des colonies. Rédigé pour la partie théorique d'après les renseignements d'un grand nombre d'ingénieurs de l'État et du commerce, et pour la pratique, d'après les notes de M. Gautrin, monteur en chef à l'usine d'Indret, et de MM. Trotabas, Cochet, Juvénal, Florentin, etc., premiers maîtres mécaniciens de la marine impériale ; enrichi de 350 gravures intercalées dans le texte et représentant tous les dessins exigibles au tableau dans les examens. Avec atlas contenant 28 belles planches sur cuivre, dessinées par M. Ménard, et gravées par M. Dulos, et 17 grands tableaux donnant toutes les dimensions et proportions, ainsi que les résultats d'expérience des 9 principaux types de machines à vapeur de navigation actuelles, des propulseurs de 53 bâtiments, de 8 types de chaudières, etc. T. I. 1er fascicule. In-8, LVIII-288 p.

Mémoire sur un tiroir de distribution à pression équilibrée pour machines à vapeur. In-4, 16 p. et 1 pl.

MICHAUT-DELACROIX (V.). Résumé de l'instruction sur la boussole de déclinaison ou topographique, et sur le mécogoniomètre, son cerrespondant, etc. 1re Partie. Les plans ou construction des polygones. In-8, 16 p.

MONTHORIER (A.). Tableau de résistances, donnant les poids que peuvent supporter les I et les poutres combinées en fers plats, tôles et cornières chargées uniformément sur leurs longueurs et libres à leurs extrémités.

Note sur les accidents des mines, comité des houillères françaises. In-8, 21 p.

RÉGNAULT. Relation des expériences entreprises par ordre de Son Exc. M. le ministre des travaux publics, et sur la demande de la commission centrale des machines à vapeur, pour déterminer les lois et les données physiques nécessaires au calcul des machines à feu. T. II. In-4, 938 p. et 5 pl.

RÉSAL. Éléments de mécanique, rédigés d'après les programmes d'admission pour l'École polytechnique, adoptés par l'Université impériale, suivis d'additions relatives à la mécanique des systèmes des points matériels, extraites des leçons de mécanique physique professées de 1838 à 1848, à la Faculté des sciences de Paris, par M. Poncelet. Nouvelle *édition*, revue et corrigée; in-8. 245 p. et 4 pl.

TRESCA. Note sur une machine de M. Dietz, rabotant les bois de charpente sur les quatre faces, 5 p. in-8.

4° *Géologie, minéralogie, métallurgie.*

ADVILLE. Doutes sur la valeur scientifique de quelques théories cosmologiques et paléontologiques. In-8, 36 p.

ALAYRC. Outil perforateur pour les exploitations houillères. Rapport au nom d'une commission d'examen.

ANSIAUX, L., et L. MASION. Traité pratique de la fabrication du fer et de l'acier puddlé, comprenant les applications de ces matières à la confection des différents échantillons livrables au commerce.

BEAUMONT (Élie de). Remarques sur les accidents stratigraphiques du département de la Haute-Marne. In-4. 47 p.

BEAUMONT (Élie de) et de CHANCOURTOIS. Études stratigraphiques sur le département de la Haute-Marne faites pendant la publication de la carte géologique de M. Duhamel. In-4, 88 p.

BOURGUIGNAT. Paléontologie des mollusques terrestres et fluviatiles de l'Algérie. In-8, 126 p.

CAPELLINI. Études stratigraphiques et paléontologiques sur l'infralias dans les montagnes du golfe de la Spezzia. (Résumé.) In-8, 4 p.

Catalogue des minéraux utiles exploités dans le département de la Savoie et envoyés à l'Exposition universelle de Londres, en 1862, par la chambre de commerce de Chambéry.

CAZES (G. A.). Étude sur les meilleurs moyens d'arriver à la fabrication économique de la fonte.

COMMINES DE MARSILLY (DE). Note sur les chances de succès que présente le forage des puits artésiens à Amiens et dans le département de la Somme. In-8, 16 p.

COQUAND. Géologie et paléontologie de la région sud de la province de Constantine. In-8, 320 p. et fig.

COSTE. Note sur les huîtrières artificielles des terrains émergents; communiquée à l'Académie des sciences dans la séance du 3 novembre. In-4, 4 p.

DAMOUR. Examen minéralogique d'une roche désignée sous le nom de Lherzolite. In-8°, 4 p.

DELAFOSSE (G.). Nouveau cours de minéralogie, contenant la description de toutes les epèces minérales avec leurs applications directes aux arts. Tome III. In-8, 628 p.

DELESSE. — Carte géologique souterraine de la ville de Paris. Cette carte, exécutée d'après un système nouveau, fait connaître

le sous-sol jusqu'aux plus grandes profondeurs qui aient été atteintes, et elle donne non-seulement la nature des terrains, mais encore leur relief.

Comme le terrain de transport forme une sorte de manteau par-dessus le sol de Paris. on a supposé qu'il avait été enlevé, et les teintes de la carte indiquent les divers terrains qui se trouvent immédiatement au-dessous de lui. Si l'on enlève l'un après l'autre les terrains qui composent le sous-sol parisien, on découvrira successivement autant de surfaces correspondant à chacun d'eux. Ces surfaces sont représentées par des courbes horizontales qui ont la couleur du terrain auquel elles appartiennent. La surface inférieure du terrain de transport a été figurée de la même manière.

DELESSE. — Carte hydrologique de la ville de Paris. — Les nappes d'eau souterraines qui existent au-dessous de Paris sont figurées sur cette carte. Leur forme et leur mode d'écoulement sont indiqués par des courbes horizontales distantes d'un mètre. Des cotes nombreuses marquent le niveau de l'eau dans les puits ordinaires, ainsi que dans les puits forés. En outre, les eaux provenant des différentes nappes ont été essayées avec l'hydrotimètre, et le nombre de degrés obtenus qui représente leur dureté est inscrit sur la carte à la place où l'eau a été puisée.

DELESSE. — De l'azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre. 1861.

DELESSE et LAUGEL. — Revue de géologie pour l'année 1860. In-8.

DESTREM. Mémoire sur l'industrie minérale en France, contenant les procédés nouveaux pour l'extraction, la préparation et le traitement des minerais et des métaux autres que le fer, 10 pl. in-4. In-8, 164 p.

EBRAY. Sur la ligne de propagation de quelques fossiles, et considérations géologiques sur la ligne de partage du bassin de la Seine et du bassin de la Loire. In-8, 22 p. et carte.

FIGUIER. La terre avant le déluge. Ouvrage contenant 25 vues idéales de paysages de l'ancien monde, dessinées par Riou, 310 autres figures et 7 cartes géologiques coloriées. In-8, 455 p.

FOURNET (J.). Rapport sur le Mémoire de M. Poyet, relatif à l'Histoire des exploitations métalliques du Lyonnais et des régions voisines; suivi de documents pour servir à l'histoire des mines des environs de Lyon par M. Poyet.

FOURNET. Du mineur, son rôle et son influence sur les progrès de la civilisation, d'après les données actuelles de l'archéologie et de la géologie. In-8, 479 p.



Franquoy (J.). De la fabrication des combustibles agglomérés ou briquettes de charbon pour les usages industriels. Étude sur les usines d'agglomération du bassin de Charleroi. (Extrait des Annales des travaux publics de Belgique).

Frémy. Production de l'acier avec des fontes françaises considérées jusqu'à présent comme non aciéreuses. In-4, 11 p.

Galard (M.-T.-F.). De l'application pratique et de la fabrication des feuilles métalliques perforées. Historique de la première fabrication créée en France. Ses applications à l'industrie de la meunerie, exploitation agricole, brasserie, etc. In-8, 54 p.

Gras (Scipion). Description géologique du département de Vaucluse, suivie d'une notice sur ses mines et ses carrières, avec deux planches de coupes géologiques.

Guiraudet. Étude sur les principes de la cristallographie géométrique. In-8, 27 p.

Huguenin (Jul.). Coup d'œil sur la géologie du Morbihan considérée au point de vue des gisements métallifères. 1862, in-8, 75 p.

Delabretagne et Derechter. Industrie soufrière de Sicile, son état actuel, son avenir, etc.

Jacquot. Note sur l'existence et la composition du terrain tertiaire supérieur dans la partie orientale du département de la Gironde. In-8, 23 p.

Jordan (S.). Notice sur les procédés volumétriques de dosage du zinc et d'essai de ses minerais et de ses alliages.

Laur (P.). De la production des métaux précieux en Californie. Rapport à S. Exc. M. le ministre des travaux publics.

Leguen (P.). Amélioration des métaux employés à la fabrication des canons rayés et à celle des armes blanches.

Le terrain de transition des Vosges. Partie géologique ; par J. Koechlin-Schlumberger. Partie paléontologique ; par W. Ph. Schimper. In-4, 352.

Levallois. Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe. Note à l'appui de la carte géologique de ce département, exécutée d'après la carte du dépôt de la guerre. In-8, 60 p.

Malaise (Const.). Mémoire sur les découvertes paléontologiques faites en Belgique jusqu'à ce jour. Mémoire couronné par la Société libre d'émulation de Liége, au concours de 1858. In-8, 1860, 70 p.

Maussier. Notice sur le gisement de minerai de fer en grains des environs d'Audincourt (Doubs).

Meillet (A.). Métallurgie des anciens. Histoire du fer.

MELLEVILLE. Notice géologique sur les terrains de transport superficiels du bassin de la Somme. In-8°, 18 p.

MULLER (Adrien). Métallurgie du zinc. Nouvelle méthode de traitement direct des minerais de zinc dans les foyers métallurgiques.

Notice sur un nouveau système de transport, de chargement et de déchargement de la houille.

PARAVEY (C. A.). Question de la double indemnité en matière de mines. Observations présentées à la cour de cassation au nom de la compagnie des fonderies et forges d'Alais, à l'appui de son pourvoi contre un arrêt de la cour impériale de Nîmes du 16 janvier 1861.

PAYAN-DUMOULIN (DE). Notice sur les coquilles perlières qui se trouvent dans le département de la Haute-Loire et de la Lozère. In-8, 11 p.

Revue universelle des mines, de la métallurgie, des travaux publics, des sciences et des arts, appliqués à l'industrie, sous la direction de M. Ch. de Cuyper, avec la collaboration de MM. Chandelon, Trasenster, de Koninck, Delvpux et Gillon. 5° année: 1861. Paraissant tous les deux mois par livr.

REY (P.). Législation des mines en France et en Belgique. Principes élémentaires pour l'étude de la loi du 21 avril 1810, précédés du programme pour l'enseignement.

Situation de l'industrie houillère en 1861. Comité des houillères françaises.

SOBRERO (baron). Considérations sur la constitution du fer, de l'acier et de la fonte, et application à la fabrication de l'acier et de la fonte à bouches à feu. 1re partie.

Statistique de l'industrie minérale. Résumé des travaux statistiques de l'administration des mines en 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858 et 1859. Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Direction des mines.

TISSIER (Charles). Importance de l'aluminium dans la métallurgie.

WINKLER (T.-C.). Description de quelques nouvelles espèces de poissons fossiles du calcaire lithographique de Solenhofen. Mémoire publié par la Société hollandaise des sciences à Harlem, 1862, tome IV, in-4, 95 p.

5° *Constructions et chemins de fer.*

Annuaire officiel des chemins de fer, publié par l'administration de l'imprimerie centrale des chemins de fer, et rédigé par M. Petit de Coupray; 444 p. in-18.

BEAU DE ROCHAS (Alph.). Des machines locomotives à grande pression et grande adhérence, considérées en particulier comme moyens spéciaux et exceptionnels de traction sur les sections de chemins de fer à fortes pentes, avec 12 pl. de divers types; 20 p. in-4.

BÉNARD. Recherches sur les caractères constitutifs de la grandeur, de la variété et du mouvement dans l'aspect extérieur des édifices. In-8, 23 p.

BERGMANN (G.). L'État directeur des chemins de fer français réunis sans rachat de la voie ferrée ni fusionnement des compagnies, 16 p. in-4.

BRUÈRE. Traité de la consolidation des talus, routes, canaux et chemins de fer, contenant des explications fort étendues sur les causes des éboulements, la description des procédés de consolidation, le prix de revient obtenu pour 296,000 mètres quarrés de talus, et une analyse des systèmes les plus connus, avec un examen de ces principes, accompagné d'un atlas in-4 de 25 pl. In-18 jésus, 322 p.

BUTEUX. Observations sur l'architecture ogivale et l'application de l'architecture grecque aux églises. In-8, 103 p.

CAGNAC. Des disques automoteurs, ou nouveau système de transmission de signaux employé sur les chemins de fer, afin d'éviter les rencontres des trains; précédé d'un rapport à la compagnie des chemins de fer du Midi, par M. Jacob Brett, 8 p. et pl., in-8.

CHAVÈS. Note sur les machines à élever l'eau dans les chemins de fer, 30 p. in-8.

CHRISTOPHE. Traité théorique et pratique des travaux publics, ou Résumé de la législation et de la jurisprudence sur l'organisation des travaux de l'État, des départements, des communes et des associations syndicales, leurs modes divers d'exécution, adjudication, concession, régie, etc. 2 vol. in-8, 1257 p.

CHATIGNIER. Commentaire des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs pour l'exécution des travaux des ponts et chaussées, d'après le dernier état de la jurisprudence du conseil d'État; 3e édition, revue et augmentée. VI-191 p., in-18.

COIGNET. Bétons agglomérés appliqués à l'art de construire, notam-

ment à l'état monolithe, aux constructions agricoles et urbaines, aux toitures en voûte ou en terrasse, aux planchers, etc., et à l'état de pierres artificielles, à la confection de dalles, bordures de trottoirs, arêtes de voûtes, etc.; 378 p, in-8.

COMMAILLE. Étude d'hydrologie ancienne, ou recherches sur les eaux, les aqueducs, les bains, les thermes et les fontaines de Rome à l'époque impériale. In-8, 60 p.

COUCHE. Rapport au ministre des travaux publics sur l'emploi de la houille dans les machines locomotives. In-8, 2 pl.

DALLOT (A.). Ponts métalliques. Description du pont de l'Escaut, à Audenarde (chemin de fer de Hainaut et Flandres), renfermant une méthode nouvelle pour le calcul et la construction des arcs. 1862. In-8, 51 p.

DELFAU-LACROIX. Études des voies ferrées du midi et du sud-ouest de la France, 18 p. et carte; in-8 à 2 colonnes.

DEMANET (A.). Cours de construction. 2e édition, entièrement refondue et considérablement augmentée.

DESGRANGES et FLACHAT. Notes sur l'exploitation du Semring. broch. grand in-8.

DÉTAIN (C.). Des divers systèmes de couverture; étude comparative. 15 p. et 7 pl.; in-4 à 2 col.

DORSAZ et CAPTIER. France-Italie. De la traversée des Alpes en chemin de fer. Avant-propos sur l'établissement d'une voie directe, considérations sur les divers passages. In-8, 84 p. et carte.

GUILLEMIN (Amédée). Simple explication des chemins de fer, ouvrage illustré de 111 vig. Construction, matériel, exploitation; XII-484 p., in-16.

JOLLY. Études pratiques sur la construction des planchers et poutres en fer, avec notice sur les colonnes en fer et en fonte. In-8, 145 p.

LAGOUT (Édouard). Percement des Alpes, 4 p. in-8 à 2 col.

LEFORT. Tables des surfaces de déblai et de remblai des largeurs d'emprise et des longueurs des talus, relatives à un chemin de fer à une voie ou à une route de 6 mètres de largeur entre fossés pour des cotes sur l'axe de $0^m,00$ à $15^m,00$, et pour des déclivités sur le profil transversal de $0^m,00$ à $0^m,25$. Grand in-8, 127 p.

LEFORT (F.). Table des surfaces de déblai et de remblai des largeurs d'emprise et des longueurs des talus, relatives à un chemin de fer à deux voies ou à une route de 10 mètres de largeur entre fossés, pour des cotes sur l'axe de 0 à 15 mètres, et pour des déclivités sur le profil transversal de 0 mètre à $0^m,25$; XXI-109 p. in-8.

MERCIER. La lettre de l'Empereur et les chemins vicinaux. In-8, 31 p.

Notice sur les trois types de locomotives exposés à Londres en 1862. Compagnie du chemin de fer du Nord (France). 23 p. et 6 pl., in-4.

PALAA. Délimitation des chemins de fer, clôtures, alignements, bornages. In-8, 13 p.

Perfectionnement du système Barberot : chemins de fer, voies serre-rails appliqués sur traverses ordinaires, semelles en fonte remplaçant les traverses, et un nouveau serre-joint pouvant s'appliquer à tous les systèmes. In-8, 16 p. et pl.

RIVOT. Considérations générales sur les matériaux employés dans les constructions. In-8, 85 p.

PETIET. Notice sur les trois types de locomotives exposés à Londres, broch. in-4.

VIGNON. Études historiques sur l'administration des voies publiques en France aux dix-septième et dix-huitième siècles. Trois in-8, 1593 p.

6° *Sujets divers.*

FRACHEBOUD. Extinction immédiate du paupérisme par la suppression des chômages. Broch. in-18.

Almanach du chaulage, contenant tous les renseignements relatifs à l'utilité et aux bons effets de la chaux grasse en agriculture, indiquant les chaux les meilleures pour l'agriculture, les quantités à employer, les modes divers de chaulage, etc. ; avec un calendrier du chaulage pour les terres de labour, les herbages, les prairies, etc. 72 p. in-18.

Annuaire des inventeurs et des fabricants. Précis des législations française et étrangère sur les brevets d'invention et les marques de fabrique, par Gardissal et Ch. Desnos-Gardissal, ingénieurs civils. In-12, 144 p.

BARDONNAUT. Observations sur le règlement des usines situées sur les cours d'eau non navigables ni flotables. In-8, 14 p.

BARDONNAUT. Du curage des rivières, 19 p. in-8.

BATAILLARD (J.). Mémoires sur les plantes nuisibles aux moissons et aux prairies. 27 p. in-8,

BEAU DE ROCHAS (Alph.). De la traction des bateaux fondée sur le principe d'adhérence avec application : 1° au halage par la vapeur sur les canaux et rivières canalisées ; 2° au halage par l'action du courant et au passage des rapides, etc. Ouvrage accompagné de 5 planches et d'une carte du littoral des Bouches-du-Rhône à Marseille. 1862. In-4, 40 p.

Barlet (Ed.). Essai sur l'histoire du commerce et de l'industrie de la Belgique, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, VIII-278 p. in-12.

Bleeker (P.). Atlas ichthyologique des Indes orientales néerlandaises, publié sous les auspices du gouvernement colonial néerlandais, 1862, p. 1—120.

Bouillet (Henri). Les dépôts métalliques. De la galvanoplastie et de l'électro-chimie, leurs applications dans l'industrie et dans les arts, du dépôt direct de l'or et de l'argent, du platine, du cuivre, de l'étain et du zinc. 61 p., in-8.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens, t. I, n° 1, 1er janvier 1862.

Bulletin de la Société du progrès de l'art industriel, fondée en 1858 au Conservatoire des arts et métiers, séant à l'hôtel-de-ville de Paris. 1re année, n° 1 ; 16 p. in-4 à 2 col.

Chanoine et de Lagrené. Mémoire sur les barrages à hausses mobiles; VIII-179 p. in-8.

Choquart. Exposition universelle de Londres 1862. Rapport sur les tissus de coton, présenté au jury français. In-8, 24 p.

Claudel. Tables : 1° des carrés et des cubes des nombres entiers successifs de 1 à 10.000 (cette table est extraite du Manuel d'architecture de Séguin l'aîné, entrepreneur de bâtiments) ; 2° des longueurs; des circonférences et des surfaces des cercles dont les diamètres sont exprimés par les nombres entiers successifs de minute en minute. Introduction à ces tables. In-8, 147 p.

Corenwinder (B.). Nouvelles recherches sur les combinaisons qui s'opèrent à l'aide des corps poreux. Le phosphate de chaux dans la culture des terres fertiles. Nouvelles considérations sur l'emploi de l'engrais flamand en agriculture. 32 p. in-8.

Culture nouvelle de la pomme de terre, Méthode Folcher, suivie de la méthode de MM. Aymard et Marié, 23 p. et pl. in-8, avec le plan gravé.

Dausse. Question des inondations. Note sixième présentée à l'Académie des sciences dans sa séance du 30 décembre 1861, sur ce qu'on propose pour la Loire. In-4, 8 p.

Dehérain (P.-P.). Sur la composition de quelques terres arables. 19 p. in-8.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée, et dans ceux dont la déchéance est prononcée, publiée par les ordres de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. T. XCIII, in-4, 354 p. et 26 pl.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. T. XLII. In-8 à 2 col., 358 p. et 60 pl.

Distilleries agricoles de betteraves, pommes de terre, topinambours, grains. Système Leplay. Grand in-18, 55 p.

Douglas. Ouvrage traduit de l'anglais par François-Xavier Franquet, lieutenant de vaisseau en retraite. Avec la pl. des 27 figures de la Stratégie maritime. In-8, XXIII-254. p.

Dumont (Aristide). Les Eaux de Lyon et de Paris. Description des travaux exécutés à Lyon pour la distribution des eaux du Rhône filtrées et projet pour alimenter Paris en eau de Seine, pour drainer et assainir cette capitale; suivie d'une pratique des distributions d'eau en général. Avec un atlas de 25 pl. In-4, XIV-340 p.

Du Moncel. Exposé des applications de l'électricité. T. V (2e fascicule). Revue des découvertes faites en 1859, 1860, 1861 et 1862, fin. In-8, 245 à 560 p.

Dupuis (A.). Les migrations des végétaux, conférence faite à la Société impériale d'acclimatation le 9 mars 1862. 15 p. in-8.

Fabre. Cours élémentaire d'agriculture pratique appliqué aux contrées méridionales de la France. T. II, orné de 80 gravures, in-16, 224 p.

Figuier. L'année scientifique et industrielle, ou Exposé annuel des travaux scientifiques, des inventions, etc., qui ont attiré l'attention publique en France et à l'étranger, 6e année. In-18 jésus, 525 p. et 1 pl. — 1re année, in-18 jésus, 520 p.

Figuier. Exposition et histoire des principales découvertes scientifiques modernes, 6e édition, t. III et IV. In-8, jésus, 724 p.

Figuier. Le savant du foyer ou Notions scientifiques sur les objets usuels de la vie. Ouvrage illustré à l'usage de la jeunesse, 2e édition, revue et augmentée. Grand in-8, 498 p.

Figuier (L.). Les eaux de Paris, leur passé, leur état présent, leur avenir, 2e éd. 1862. In-8, 295 p.

Frick (L. Victor). Notice sur le pétrin mécanique français, précédée de quelques considérations sur la boulangerie ou panification publique et la panification mécanique en général au point de vue de la population, de la salubrité publique et de l'autorité administrative; suivie d'un exposé du rapport au conseil d'État, par M. F. Le Play, sur les commerces des blés, de la farine et du pain dans le département de la Seine. 80 p., in-8.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE (Isidore). Histoire naturelle générale des règnes organiques, principalement étudiée chez l'homme et les animaux. Tome II, 2e partie. In-8, p. 273—540.

HEUZÉ (Gustave). Les matières fertilisantes, engrais minéraux, végétaux et animaux, solides, liquides, naturels et artifiels, 4e édition, revue et augmentée, avec 41 vignettes sur bois.

HIRN (C.-F). Notice sur la transmission télodynamique. 32 p. et pl.

Histoire artistique, industrielle et commerciale de le porcelaine, accompagnée de recherches sur les sujets et emblèmes qui la décorent, les marques et inscriptions qui font reconnaître les fabriques d'où elle sort, les variations des prix qu'ont obtenus les principaux objets connus et les collections où ils sont conservés aujourd'hui; par Alb. Jacquemart et Edm. Le Blant; enrichie de 26 planches gravées à l'eau forte par Jul. Jacquemart. 3e partie. 1861. In-4, 295 p.

JACQUEMART (D.-A.). Lettre à S. M. Napoléon III sur les causes de l'infertilité croissante des terres arables de la France, et sur les moyens de provoquer une augmentation annuelle des récoltes de plus d'un cinquième, soit d'une valeur de 2 milliards de francs. 16 p. in-8.

La culture de la betterave nuit-elle à la production du blé? Son utilité, ses résultats; progrès qu'elle a réalisés, etc. 20 p. in-8.

Le Conseiller universel, encyclopédie pratique des arts et métiers. Industrie, agriculture, commerce, économie domestique, etc., paraissant tous les dimanches; 1re année, nos 1 à 30, 5 mai au 24 novembre 1861.

LEFAIVRE (J.). Les engrais à l'exposition nationale de Nantes, 1861. 24 p. in-8.

LECOCQ (Henri). Traité des plantes fourragères, ou Flore des prairies naturelles et artificielles de la France et de l'Europe centrale; ouvrage contenant la description, les usages et qualités de toutes les plantes herbacées ou ligneuses qui peuvent servir à la nourriture des animaux, etc. 2e édition, augmentée et enrichie de 40 gravures noires. XV-503 p., in-8.

LEREBOULLET. Résumé analytique des travaux de la Société des sciences naturelles de Strasbourg pendant les années 1858 à 1861, suivi d'autres documents. In-4, 38 p.

LE TOURNEUX. La taupe envisagée au point de vue des intérêts agricoles. In-12, 27 p.

L'Industrie illustrée, encyclopédie pratique des arts et métiers, paraissant tous les samedis. 1re année, n° 1, 5 avril 1862.

MARIE. Moyens de prévenir les inondations et d'accroître les bois et les pâturages dans la haute et dans la basse Provence, suivis de quelques considérations sur l'émigration. In-8, 56 p.

MARCHAND (E.). Études sur la production agricole et la richesse saccharine des betteraves. 21 p. in-8.

MATHIEU DE DOMBASLE. La richesse du cultivateur, ou les secrets de Jean-Nicolas Benoît. In-12, 64 p.

MATHIEU DE DOMBASLE. Traité d'agriculture, publié sur le manuscrit de l'auteur, par Ch. de Meixmoron de Dombasle, son petit-fils. 3ᵉ partie, bétail. In-8, 439 p.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, arts et belles-lettres de Dijon. 2ᵉ série. T. IX, année 1861 in-8, 399 p. et 1 pl.

Mémoires de la Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, 3ᵉ et 4ᵉ fascicules de 1861. In-8, 750 p.

MINARD. Des tableaux graphiques et des cartes figuratives, In-4, 8 p. et 4 pl.

MOLON (de). Agriculture. Des causes de l'épuisement du sol et des moyens de lui restituer et de maintenir sa fertilité. 1ʳᵉ et 2ᵉ lettres. 15 p. in-8.

MONTMAHOU (de). Élements d'histoire naturelle : 1ʳᵉ partie, Physiosiologie ; 2ᵉ, Zoologie ; 3ᵉ, Botanique.

MORIN (Arthur). Résistance des matériaux. 3ᵉ édition, 2 vol., 851 p. et 6 pl., in-8.

MORTILLET (Gabriel de). Revue scientifique pour l'année 1862 ; 1ʳᵉ année. In-18.

NADAULT DE BUFFON. Hydraulique agricole. Applications. Des canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale envisagés sous les divers points de vue de la science hydraulique, de la production agricole et de la législation. 2ᵉ édition. T. I, 31 p. et fig., in-12.

Notice historique, archéologique et géologique sur la ville et l'arrondissement de Roanne. In-16, 111 p.

OLEPH (Alphonse). Abrégé pratique sur la culture de l'opium indigène, pour servir de guide aux habitants des campagnes. 7 p., in-8.

PAYEN, POMMIER et KERGORLAY. Rapports sur les exploitations manufacturières et agricoles de MM. Crespel père et fils. In-8, 35 p. et 3 pl.

PAYERNE. Pyrhydrostats ou hydrostats pyrotechniques, c'est-à-dire steamers sous-marins. 22 p., in-8.

PELIGOT (E.). Douze leçons sur l'art de la verrerie.

RICHARD. Influence des sciences naturelles sur la production du sol. In-8, 16 p.

SALVÉTAT. De l'emploi de l'or dans la décoration des poteries. Premier mémoire.

SCHAUDEL (G. J.). Nouvelle méthode pour la préparation du fumier d'étable. 3ᵉ édition, augmentée de quelques notions très-utiles aux cultivateurs. 15 p., in-8.

SEGOND (L.-A.). Programme de morphologie, contenant une classification nouvelle des mammifères. In-8, 100 p.

TRÉMEAU DE ROCHEBRUNE (Alphonse). Mémoire sur l'hybridation en général et spécialement sur celle du blé. 23 p., in-8.

VUIGNER. Rivière et canal de l'Ourcq. Mémoire relatif aux travaux exécutés pour améliorer le régime des eaux sur la rivière et le canal de l'Ourcq, et pour rendre ces cours d'eau navigables. Texte et atlas in-4, 156 p. et 18 pl.

YSABEAU. Cours d'agriculture pratique, publié par une société d'agronomes, III : animaux domestiques, vaches laitières, bœufs, chèvres, moutons, animaux d'attelage, porcs, lapins et basse-cour, abeilles et vers à soie. In-18 jésus, 381 p.

OUVRAGES ANGLAIS.

NYSTROM (John). — *Pocket-Book of Mechanics*... Manuel de l'ingénieur et du mécanicien.

DOVE (H. W.) — *Law of Storms*... Lois des tempêtes rapportées aux mouvements ordinaires de l'atmosphère.

ORSAN (D'). — *Our Satellite*... Notre satellite ou sélénographie en rapport avec l'état actuel de la science.

GROVE (W. R.). — *Correlation*... Corrélation des forces physiques.

VON GUMPACH (Johannes). — *True figure*... La vraie figure de la terre et ses dimensions déterminées récemment par des opérations de géodésie ainsi que par des observations faites au moyen du pendule.

The annual retrospect... Annuaire de l'ingénieur et de l'architecte en rapport avec les progrès de la science des constructions civiles militaires et navales.

ROBERT RITCHIE. — *A treatise...* Traité de ventilation naturelle et artificielle.

The Year-Book... Annuaire des faits relatifs aux sciences et aux arts.

FRANCIS T. BUCKLAND, Esq. — *A New-York...* Nouvel ouvrage sur l'histoire naturelle.

DAVID PAGE. — *The philosophy...* La philosophie de la géologie.

The Industry... L'Industrie, la Science et l'Art à notre époque, ou Exposition universelle de 1862.

JULIAN EDMUND WOODS. — *Geological observations...* Observations géologiques dans le sud de l'Australie, principalement dans le district sud-est d'Adélaïde.

JOHN TYNDALL. — *Heat considered...* La chaleur considérée comme force motrice.

Vice-amiral FITZROY. — *The Weather-Book...* Manuel de météorologie pratique.

AGASSIZ. — *Contributions to the...* Contributions à l'histoire naturelle des États-Unis.

RICHARD OWEN. — *The comparative anatomy...* Anatomie comparée et physiologie des animaux vertébrés.

HENRY WORMS. — *The Earth...* La terre et son mécanisme.

GEORGE HARTWIG. — *The Tropical World...* Les régions tropicales et les merveilles de la végétation luxuriante de ces contrées.

The Treasury... Le trésor de la botanique.

HENRY WATTS. — *A Dictionary...* Dictionnaire de chimie.

JOHN PERCY. — *The metallurgy...* La métallurgie du fer, du plomb, de l'argent, de l'or, du platine, du nickel, du cobalt, de l'arsenic, du bismuth, de l'antimoine, de l'étain, du mercure, etc.

Sir CHARLES LYELL. — *Elements of the...* Éléments de géologie. Nouvelle édition.

Sir CHARLES LYELL. — *On the geological...* Sur l'antiquité de l'homme.

LOVELL REEVE. — Les mollusques terrestres et d'eau douce qu'on trouve en Angleterre.

Four years in British Colombia... Quatre années dans la Colombie britannique et dans l'archipel de Vancouver.

BEETON. — *Dictionary...* Dictionnaire des connaissances uniververselles.

PHIPSON. — *Phosphorescence...* Phosphorence, ou émission de lumière par les minéraux, les plantes et les animaux.

SMITH. — *Researches in Newer...* Recherches sur le nouveau pliocène et sur la géologie post-tertiaire.

WEBB. — *Treatise on the principles...* Traité sur les principes d'accumulation et sur la conductibilité de l'électricité.

BEURDMORE (Nathaniel). — Manuel d'hydrologie.

MILLER (Thomas). — *Catechism of the Marine...* Catéchisme des engins maritimes à vapeur.

RANKINE. — *Manual of civil Engineering...* Manuel de l'Ingénieur civil.

SAXBY. — *Study of steam...* Étude de la vapeur et des engins maritimes.

TEMPLETON. — *Operative Mechanic's Companion...* Guide scientifique du mécanicien.

Tracts on Hydraulics... Traité d'hydraulique.

BLAND. — *Experimental Essays...* Expériences sur les principes de la construction des arches, des môles, des arcs-boutants, etc.

HITTELL. — *Mining in the Pacific...* Industrie des mines dans les États du nord de l'Amérique qui sont sur le Pacifique.

MAHON. — *Mineral agents' handbook...* Manuel des agents minéraux, publié par le révérend SAMUEL HAUGHTON et R. H. SCOTT.

What is Good Iron... Qu'est-ce que le bon fer et comment se fabrique-t-il?

WILSON (James) and Robb. — *The metals in Canada...* Les métaux dans le Canada. Manuel destiné aux explorateurs.

CHEYNE. — *Elementary Treatise...* Traité élémentaire sur la théorie planétaire avec collection de problèmes.

GUYOT. — *The Earth and Man...* La terre et l'homme, ou géographie physique comparée dans ses rapports avec l'histoire de l'espèce humaine.

MALLET (Robert). — *Great Neapolitan...* Grand tremblement de terre napolitain de 1857.

Annals of the astronomical... Annales de l'Observatoire astronomique du Harvard college.

DANA. — *Manual of the geology...* Manuel de géologie, traitant des principes de la science et plus particulièrement de l'histoire géologique de l'Amérique.

Results of meteorological... Résultats des observations météorologiques faites sous la direction du Patent Office et de l'Institution Smithsonienne depuis l'année 1854 jusqu'à l'année 1859 inclusivement.

MITH. — *The Blowpipe...* Le manuel du chalumeau ou caractères des minéraux au chalumeau; d'après les observations originales

de Smith, arrangé par ordre alphabétique par le R. Samuel HAUGHTON et Robert H. SCOTT.

Palæontologia... Paléontologie indienne donnant la figure et la description des restes organiques trouvés par le Geological Survey ; publié sous la direction du gouverneur général. — Céphalopodes fossiles des roches crétacées du sud de l'Inde par M. Blanford.

OUVRAGES ALLEMANDS.

KERL (Bruno). *Handbuch der metallurgischen*... Manuel de métallurgie. 2[e] édition, refondue et complétée. Tome II. 1 vol. in-8 de 848 pages, avec 8 grandes planches lithographiées. — S. G. Engelhardt, à Freiberg.

Ce second volume de l'important ouvrage du professeur de l'école des mines de Clausthal est consacré aux métaux suivants : plomb, cuivre, zinc, cadmium, étain, mercure et bismuth. Les deux premiers y occupent naturellement la plus grande place. L'auteur décrit les appareils et les procédés, tant par voie humide que par voie sèche, en usage non-seulement dans les diverses contrées de l'Europe, mais aussi en Amérique pour le plomb, et en Californie pour le mercure. La préparation mécanique et la partie docimastique, traitées avec tous les développements nécessaires, font de cet ouvrage un exposé très-complet et méthodique de l'état actuel de la science. Les nombreuses cotes inscrites sur les figures, dont l'auteur a eu le soin, trop souvent négligé, de ne pas trop réduire l'échelle, complètent le caractère essentiellement pratique de cet utile traité.

C.

GAETZCHMANN (F.). — *Die Aufbereitung*... Traité de la préparation mécanique. 3[e] livraison. 1 vol. in-8°, p. 385 à 544. 3 gr. planches lithographiées et gravures sur bois dans le texte. — S. G. Engelhardt, à Freiberg.

Berg und hutter Kalender... Annuaire des mines et usines pour 1863. 8[e] année. In-12. — Bädeker, à Essen.

GEINITZ, HANS (Br.). *Dyas oder die Zechsteinformation*... Dyas ou la formation du zechstein et du rothliegende avec des compléments,

parMM. Eisel, Ludwig, Reuss, Richter. 2e volume : les plantes du Dyas et sa géologie, avec 19 planches.

HEER (Osc.). *Beitrage zur Insektenfauna*... Documents sur la faune des insectes d'Œningen. Ouvrage couronné, en 1861, par la Société des sciences de Harlem.

KOPP (Hermann). *Einleitung in die Kristallographie und in die kristallographische Kenntniss der wichtigeren Substanzen*... Introduction à la cristallographie et à la connaissance cristallographique des substances les plus importantes. 2e édition ; 1 atlas avec planches sur cuivre.

Sitzungsberichte der Kaiserl... Comptes rendus de l'Académie des sciences de Vienne, 1862. Section des sciences mathématiques et naturelles. Vol. XLV.

Sitzungsberichte der... Comptes rendus de l'Académie royale de Bavière, à Munich.

GOLDENBERG (F.). *Flora Saraepontana fossilis*... Flore fossile de Sarrebrück contenant la description des plantes fossiles du terrain carbonifère et indiquant ses rapports avec les plantes d'autres localités.

Repertorium über die Mineralogie... Répertoire de minéralogie, de géologie, de paléontologie, de l'art des mines et des usines pour la Russie jusqu'à la fin du dix-huitième siècle, par E. de BERG.— Saint-Pétersbourg.

SCHMIDT (Osc.). *Die Spongien des*... Les spongiaires de la mer Adriatique, avec 7 planches sur cuivre.

Zeitschrift des Architecten... Annuaire de l'association des architectes et des ingénieurs pour le royaume du Hanovre.

HARTMANN (Dr. HUGO). *Untersuchungen mit*... Recherches avec le chalumeau. Tableau des caractères pyrognostiques et des substances inorganiques. Résumé des propriétés présentées par les substances minérales au chalumeau.

KERL (Bruno), *Leitfaden bei*... Manuel pour les recherches qualitatives et quantitatives faites avec le chalumeau. Ouvrage destiné aux chimistes et aux pharmaciens.

ASTL. EMAN. *Umfassende Beleuchtung*... Emploi de la presse hydraulique de vapeur et de la vapeur pour la fabrication du sucre de betterave.

BECKER. *Handbuch der Ingenieur*... Manuel de la science de l'ingénieur. 5 vol.

Civilingenieur (*der*) *Zeitschrift für des*... L'Ingénieur civil, journal sur tout ce qui concerne les ingénieurs, publié par M. Kr. BORNEMANN.

DOLLFUS (G.) und MERIAN (R.). *Ueber die...* Sur l'approvisionnement des eaux de la ville de Bâle.

FELLMER. *Worterbuch der Dampfmaschinen-Kunde...* Dictionnaire des machines à vapeur comprenant tout ce qui concerne la navigation à vapeur, les locomotives et les locomobiles.

FINK. *Sammlung von Zeichnugen...* Collection de dessins de machines construites.

GRIMBURG. *Mittheilungen über die von der...* Communication sur les essais entrepris à Temesvar avec la machine Leopoldstadt par la compagnie du chemin de fer autrichien, Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

MOLL et REULEAUX. *Constructions Lehre...* Études sur la construction des machines.

Portfolio de John COCKERILL. *Zeichnung und Beschreibung...* Portefeuille de John Cockerill. Dessins et descriptions de toutes les machines et des ouvrages techniques qui ont été établis dans les usines de Cockerill.

REULEAUX. *Ein Handbuch zum Gebrauch...* Le Constructeur, manuel pour les projets des machines.

SCHRADER. *Elemente der Mechanik und...* Éléments de mécanique et de la science des machines.

WEISBACH. *Lehrbuch der Ingenieur...* Traité de mécanique à l'usage des ingénieurs et des constructeurs de machines.

WEIBE. *Ueber die Reinigung...* Sur l'assainissement et le drainage de la ville de Berlin.

Centralblatt für Eisenbahnen... Feuilles centrales pour les chemins de fer et la navigation en Autriche.

Eisenbahn. Statistik, deutsche... Statistique des chemins de fer pour l'année 1857-1858, publiée par la direction du chemin de fer de Berlin à Anhalt.

HARTMANN. *Vade-mecum oder erfahrener...* Vade-mecum du conducteur de locomotives et de machines.

PFEIFFER (Clemens). *Der elektrische Telegraphe...* Le télégraphe électrique; résumé de ce qui concerne l'établissement des différents télégraphes électriques.

Zeitung des Vereins deutscher... Gazette de l'union des chemins de fer allemands, rédigée par Dr Wilh. Koch.

FÖRSTER. *Denkmale deutscher Baukunst...* Architecture, sculpture et peinture allemandes, depuis le commencement du christianisme jusqu'à nos jours.

Berggeist (der) Zeitung für... Gazette des mines, des usines et de l'industrie, rédigée par Paul STEINBORN.

HARTMANN. *Handbuch des Steinkohlen...* Manuel de l'exploitation de la houille et des lignites, ou description des principaux procédés employés dans les mines d'Europe pour l'exploitation et la préparation de ces combustibles.

NOWICKI. *Die Wiedergewaltigung des alten...* Reprise des anciennes mines de cuivre de Graslitz en Bohême.

SCHNEIDER. *Kurzgefasstes Handbuchlein...* Le Jeune mineur. Petit manuel pour tous ceux qui se destinent à l'art des mines.

SECKENDORFF. *Ueber die beim Gebirsbohren...* Sur la forme des intruments à employer pour forer les roches.

Ueber die gegenwartige und die... État actuel de l'industrie et des mines dans le Hartz supérieur.

Zeitschrift, österreichische... Gazette autrichienne pour les mines et les usines, rédigée par le professeur Otto Frhr. V. HINGENAU.

HELLMANN. *Die Petrefacten Thuringens...* Les fossiles de la Thuringe, d'après le cabinet Grand-Ducal d'histoire naturelle de Gotha.

KAUP. *Beiträge zur nähern Kenntniss...* Documents pour l'étude des mammifères antédiluviens.

W. DUNKER. *Palæontographica Beiträge zur Natur-geschichte der Vorwelt...* Documents pour l'histoire naturelle de l'ancien monde.

SPEYER. *Die conchylien der Casseler...* Les mollusques du terrain tertiaire de Cassel.

STEGEMANN. *Grundriss der Differential und Integral...* Base et emploi du calcul différentiel et du calcul intégral.

BAER. *Eisen, Seine Geschichte, Gewinnung...* Le fer, son histoire, son extraction et son travail.

REDTENBACHER. *Der Maschinenbau...* La construction des machines.

OUVRAGES ESPAGNOLS.

Anuario de los progresos... Annuaire des progrès de l'industrie et de l'agriculture. Résumé des sciences appliquées; description des constructions et des procédés industriels qui ont été découverts, en 1861, par D. José Cano y Casas.

La Industria... L'Industrie. Bulletin scientifique périodique de l'industrie, rédigé par des ingénieurs.

Junta de agricultura... Société agricole, industrielle et commerciale de la province de Séville. Résumé de ses travaux pendant l'année 1861.

BERNALDEZ FERNANDO y D. RAMON RUA FIGUEROA. Mémoires sur les mines d'Almaden y Almadenejos.

OUVRAGES ITALIENS.

CLEMENTI (Antonio). *Manuale di meccanica*.... Manuel de mécanique théorique et pratique à l'usage des artistes et des propriétaires. — Trieste.

OUVRAGES LATINS.

DE FERMAT (Petr.). *Varia opera mathematica*... Divers ouvrages de mathématiques.

EULER (LD). *Opera posthuma mathematica et physica anno 1844 detecta quæ academicæ scientiarum Petropolitanæ obtulerunt ejusque auspiciis ediderunt* P. H. Fuss et N. Fuss.

GOLDFUSS. *Petrefacta Germaniæ iconibus et descriptionibus illustrata.*

GOULD. — *Otia conchologica*.. Conchologie. Description des coquilles et des mollusques de 1839 à 1862.

BIBLIOGRAPHIE.

—

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1862.

—

OUVRAGES FRANÇAIS.

Ledieu. Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation. Tome I[er], gr. in-8 avec 450 gravures dans le texte, et un atlas de 17 planches. — Dunod, à Paris.

Armengaud aîné. Traité théorique et pratique des moteurs à vapeur. 2 vol. in-4° et atlas. — Dunod, à Paris.

Delesse. De l'azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre. In-8, 13 feuilles. — Paris, Dunod, 1861.

Delesse. Carte hydrologique de la ville de Paris. Les nappes d'eau souterraines qui existent au-dessous de Paris sont figurées sur cette carte. Leurs formes et leurs modes d'écoulements sont indiqués par des courbes horizontales distantes de 1 mètre.

Delesse. Carte géologique de la ville de Paris. Cette carte, exécutée d'après un système nouveau, fait connaître le sous-sol jusqu'aux plus grandes profondeurs qui aient été atteintes, et elle donne non-seulement la nature des terrains, mais encore leur relief.

Delesse et Laugel. Revue de géologie pour l'année 1860.

Marcou (J.). Carte géologique du globe terrestre.

Franquoy (J.). De la fabrication des combustibles agglomérés ou briquettes de charbon. Études sur les mines d'agglomération du bassin de Charleroi. In-8°, 68 p. avec 6 pl. — Liége, F. Renard.

Annales du génie civil. Recueil de mémoires sur les mathématiques pures et appliquées, les ponts et chaussées, les routes et les chemins de fer, les constructions et la navigation maritime et fluviale, l'architecture, les mines, la métallurgie, la chimie, la

physique, les arts mécaniques, l'économie industrielle. Le génie rural, revue de l'industrie française et étrangère.

Annales du conservatoire impérial des arts et métiers publiées par les professeurs.

BRETON. Essai d'économie agricole.

CATELIN (de). Le Mont Blanc. Deuxième ascension scientifique de M. le docteur W. Pitschner, du 30 août au 16 septembre 1861. In-8°, 32 p. — Annecy, imp. Thésio.

CAVENNE. Notice sur Volvic et ses carrières; par Ferdinand Cavenne. In-8°, 31 p. — Thiers, imprimerie Cuissac.

CHAPELIER. Recherches sur la culture du merisier et de la fabrication du kirsch; par J. C. Chapelier. In-12, IV-84 p. — Mirecourt, imp. et libr. Humbert. — Paris, même maison.

CHASSIRON (de). Notes sur le Japon, la Chine et l'Inde; par le baron Ch. de Chassiron. 1858, 1859, 1860. In-8°, XI-357 p. et 15 pl. — Paris, impr. Lainé et Havard; libr. Dentu; Reinwald.

CHENU. Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique; par le docteur Chenu. T. II. Grand in-8°, 327 p. — Paris, impr. Plon; libr. V. Masson et fils.

DORMOY. Note concernant l'allure générale du bassin houiller du nord de la France. In-8°, 8 p. — Paris, imp. Martinet.

DROUET. Rapport à Sa Majesté le roi de Portugal sur un voyage d'exploration scientifique aux îles Açores, effectué par MM. A. Morelet et H. Drouet, pendant le printemps et l'été de 1857; in-4°, 20 p.—Angers, impr. Cosnier et Lachèse.—Troyes, libr. Bouquot.

DUFAILLY. Notes de cosmographie, rédigées conformément au programme officiel; 2e *édition*, revue. In-4°, 125 p. — Paris, impr. lith. Troupet; l'auteur, 12, rue de la Sorbonne; libr. Dezobry, Tandou et Ce.

FABRE-VOLPELIÈRE. Note scientifique sur une nouvelle altération frauduleuse du safran. Grand in-12, 12 p. — Pont-Saint-Esprit, impr. Gros frères. — Arles, l'auteur. — Paris, libr. Victor Masson et fils.

FIGUIER. L'Année scientifique et industrielle, ou exposé annuel des travaux scientifiques, des inventions et des principales applications de la science à l'industrie et aux arts, qui ont attiré l'attention publique de la France à l'étranger. 6e année. In-18 jésus, 529 p. et planche. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

FOUQUET. Compte rendu des épidémies, des épizooties et des travaux des conseils d'hygiène du Morbihan en 1860. In-8°, 27 p. — Vannes, impr. Galles.

HUDELOT. Introduction aux cours de topographie et de fortification, à l'usage des sous-officiers. In-8°, 202 p. et atlas de 12 pl.

JOUVENCEL (de). Genèse selon la science. Les Déluges. 1re partie. Géologie. In-18 jésus, 432 p. — Paris, impr. Raçon et Ce; libr. Garnier frères.

KUHLMANN. Sur les oxydes de fer et de manganèse et certains sulfates considérés comme moyen de transport de l'oxygène de l'air sur les matières combustibles. 4e partie. Production artificielle des oxydes de manganèse et de fer cristallisés et cas nouveaux d'épigénie et de pseudomorphisme. In-8°, 19 p. — Lille, impr. Danel.

LALEU (de). Exposition de Nantes. 1861. Expériences sur une éducation du ver à soie de l'aylanthe au jardin de l'Exposition. Rapport au comité d'action. In-8°, 30 p. — Nantes, impr. Bourgeois.

LAMOTTE. Système légal des poids et mesures, à l'usage des écoles primaires, des pensions, des institutions et des colléges. Nouvelle édition. In-18, 82 p. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

LANIER. Introduction artificielle et culture du chêne dans les taillis. In-8°, 15 p. — Paris, impr. Hennuyer; bureau des Annales forestières.

LECOQ. Observations sur une grande espène de spongille du lac Pavin. In-8°, 20 p. — Clermont, impr. et libr. Thibaud.

LESPIAULT. Note sur les petites planètes situées entre Mars et Jupiter. In-8°, 31 p. et tableau. — Bordeaux, impr. Gounouilhou.

Livre de la ferme (le) et des maisons de campagne; par MM. P. Joigneaux, C. Albert. Ch. Baltet. E. Baltet, Émile Baudement, V. Borie, docteur Candèze, Cherpin, docteur Clavel, E. Fischer, Hamet, L. Hervé, etc.; sous la direction de M. P. Joigneaux. 1er fascicule. Grand in-8° à 2 col., 164 p. — Corbeil, impr. Crété. — Paris, libr. V. Masson et fils; Dezobry, Tandou et Ce.

LOCKHART. Nouvelles recherches sur l'âge géologique de la Sologne. In-8°, 8 p. — Orléans, impr. Puget et Ce.

Manuel ou Guide du télégraphe, indiquant la manière de compter les mots. chiffres, ponctuations, signes ou marques quelconques contenus dans une dépêche, etc., et enfin comprenant les renseignements les plus détailles pour établir et faire passer une dépêche sans courir le risque qu'elle soit rejetée pour une cause défectueuse. In-12, 12 p. — Paris, impr. Noblet; tous les libr.

Mémoire sur un tiroir de distribution à pression équilibrée pour machines à vapeur. In-4°, 16 p. et 1 planche. — Lille, impr. Danel.

MICHAUT-DELACROIX. Résumé de l'instruction sur la boussole de déclinaison ou topographique, et sur le mécogoniomètre, son

correspondant, etc. 1re partie. Les Plans ou construction des polygones. In-8°, 16 p. Mirecourt, impr. et libr. Humbert. — Paris, même maison ; Bar-sur-Seine.

PASSY. Leçons d'économie politique faites par M. Frédéric Passy, recueillies par MM. Émile Bertin et Paul Glaise. 1860–1861. 2e édition. 2 vol. in-8°, 1112 p. — Montpellier, imp. et libr. Gras. — Paris, libr. Guillaumin et Ce.

RICHARD. Voyage agricole dans le midi de la France. In-8°, 23 p. — Bourg, imprimerie Millet-Bottier.

SCHAUDEL. Nouvelle méthode pour la préparation du fumier d'étable. 3e édition, augmentée de quelques notions très-utiles aux cultivateurs. In-8°, 36 p. — Châlons-sur-Marne, impr. et libr. Martin. — Paris, Jacquin.

TAVERNIER. Réflexions sur le drainage et sur son application dans le département de Maine-et-Loire. In-8°, 20 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

THAURIN. Pétrifications antédiluviennes et fossiles diluviens des carrières de Quatre-Mares de Sotteville et de Saint-Étienne. In-8°, 3 p. — Rouen, impr. Brière.

VIGIER. De plusieurs phosphures métalliques. Thèse présentée à l'École supérieure de pharmacie de Paris. In-4°, 26 p. — Paris, impr. Thunot et Ce.

BELANGER. Théorie de la résistance à la torsion et de la flexion plane des solides dont les dimensions transversales sont petites relativement à leur longueur. 2e édition, augmentée. In-8°, XII-148 p. et planche. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Mallet-Bachelier; Dunod.

BOUCHÉ. Second mémoire sur l'attraction moléculaire. Méthode des intervalles. Densité moléculaire. Atmosphère oscillante et fuyante du soleil. Premier essai sur les mélanges gazeux. In-8°; 71 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse. — Paris, libr. Mallet-Bachelier.

COURTILLIER. Éponges fossiles des sables du terrain crétacé supérieur des environs de Saumur (étage sénonien de d'Orbigny). In-8°, 26 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

DEHÉRAIN. Annuaire scientifique, publié par P. P. Dehérain, avec la collaboration de MM. Menu de Saint-Mesnin; J. E. Horn; E. Lamé, W. de Fonvieille; E. Saint-Edmée. 1re année, 1862. In-18 jésus, 416 p. — Paris, impr. Raçon et Ce ; librairie Charpentier.

Géographie des départements de la Savoie et de la Haute-Savoie, précédée d'un précis de géographie génerale et de la géographie

élémentaire de la France. In-16, 56 p. et 5 cartes. — Chambéry, imprimerie du gouvernement; libr. Perrin.

HAMET. Cours pratique d'apiculture (culture des abeilles), professé au jardin du Luxembourg. 2e édition. Grand in-18, 328 p. et vign. — Évreux, impr. Hérissey. — Paris, au bureau de l'Apiculteur, 67, rue Saint-Victor; les libr. agricoles.

JEANDEL, CANTEGRIL et BELLAUD. Études expérimentales sur les inondations. In-8°, 145 p. — Saint-Nicolas (Meurthe), impr. Trenel. — Nancy, libr. Grosjean; Moubon. — Paris, au bureau des Annales forestières.

LABAYLE. Système métrique des écoles primaires, comprenant: 1° la théorie complète de cette science; 2° la mesure des surfaces pouvant servir de notions d'arpentage; 3° la mesure des volumes ou cubage; 4° un questionnaire général; 5° les maximes en usage dans les écoles primaires et les maximes de la sagesse. In-18, 60 p. — Bordeaux, impr. et libr. Coderc, Degrétau et Poujol. — Libourne, libr. Redeuilh; Arveyre, l'auteur.

LAVOCAT. Considérations générales sur l'hétérogénie ou génération spontanée. In-8°, 8 p. — Toulouse, imp. Pradel et Blanc.

MATHIEU et DELIGNY. De la traversée des Alpes par un chemin de fer; par M. Eugène Flachat. Analyse par MM. H. Mathieu et E. Deligny. In-8°, 68 p. — Neuilly, impr. Guiraudet.

Mémoires de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne. Année 1861. In-8°, 292 p. et 2 pl. — Châlons, impr. Laurent.

MEUREIN. Observations météorologiques faites à Lille pendant l'année 1859-1860. In-8°, LXVI p. et 1 tableau. — Lille, impr. Danel.

Notice sur la galvanisation du fer, ou le fer préservé de la rouille par le galvanisme. Fabrique Dussard-Margalhan et Ce, à Marseille. In-8°, 16 p. — Marseille, impr. Barlatier-Feissat et Demonchy.

PETIT-LAFITTE. Enseignement agricole pour le département de la Gironde, professé par M. Aug. Petit-Lafitte. In-16, 14 p. — Bordeaux, imprimerie Picot, Pinsot et Ce.

POURIAU. Éléments des sciences physiques appliquées à l'agriculture. Chimie inorganique, suivie de l'étude des marnes, des eaux et d'une méthode générale pour reconnaître la nature des composés minéraux intéressant l'agriculture ou la médecine vétérinaire. In-18 jésus, VIII-512 p. — Paris, impr. Hennuyer; libr. E. Lacroix.

VIANNE. Guide de l'agriculteur, comprenant: 1° la description, le choix, l'emploi des machines et instruments agricoles, etc.; 2° la description des principales races chevalines, bovines, etc.; 3° la

valeur des engrais du commerce et des semences, etc. In-8°, 201-400 p. — Paris, impr. Chaix et C°; libr. Louvier.

Annalles de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy. T. XXII. 1859. In-8°, 435 pages. — Le Puy, imprimerie. Marchessou.

Blain. De l'acclimatation en France du Bombyx Cinthia (ver à soie de l'aylanthe ou vernis du Japon) et de son éducation en Anjou. In-8°, 7 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

Boucharlat. Éléments de mécanique. 4e édition. In-8°, xvi-364 p. et 10 pl. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

Chatin. Excursion botanique dirigée en Savoie et en Suisse. In-8°, 56 p. — Paris, impr. Martinet.

Defranoux. Prédications agricoles destinées à guider les instituteurs et les praticiens instruits dans l'enseignement de l'agriculture, à l'école, à la veillée et dans les conférences instituées au village. 3e prédication. L'Exploitation agricole au point de vue de la culture, de la récolte, de la conservation, de la préparation et des applications de toutes les espèces de plantes, en trois cents préceptes d'une à trois lignes. Grand in-18, 171 p. — Mirecourt, impr. et libr. Humbert. — Paris, même maison.

Delalot-Sevin. Systèmes Delalot-Sévérin pour l'éclairage et le chauffage par l'électricité à l'aide du photogène et du thermogène, etc. In-8°, 39 p. et 5 pl. — Besançon, impr. et libr. Jacquin. — Paris et Lyon, libr. Savy.

Distillation agricole de la betterave, son origine, son état présent et son avenir. In-12, 110 p. — Paris, impr. et libr. ve Bouchard-Huzard.

Fabre. Leçons élémentaires de chimie agricole, pouvant servir de livre de lecture courante dans les écoles primaires. In-12, 204 p. et 1 pl. — Avignon, impr. Bonnet fils. — Paris, libr. L. Hachette et C°.

Farge. Addition à la paléontologie de Maine-et-Loire. In-8°, 14 p. et pl. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

Ménière. Observations sur le métamorphisme des schistes en Anjou. In-8°, 23 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

Montagne. Neuvième centurie de plantes cellulaires nouvelles, tant indigènes qu'exotiques; Décades 1 et 2. In-8°, 19 p. — Paris, impr. Martinet.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1860-1861. In-8°, 439 p. — Rouen, impr. Boissel.

Prévost de Vernois. De la fortification depuis Vauban, ou Examen

des principales innovations qui s'y sont introduites depuis la mort de ce grand homme. 2 vol. in-8°, 788 p. — Paris, impr. et libr. Cosse et Dumaine.

ALAYRAC. Outil perforateur pour les exploitations houillères. In-8°, 10 p. et 2 pl. — Saint-Étienne, impr. Ve Théolier.

Almanach du chaulage, contenant tous les renseignements relatifs à l'utilité et aux bons effets de la chaux grasse en agriculture, indiquant les chaux les meilleures pour l'agriculture, les quantités à employer les modes divers de chaulage, etc.; avec un calendrier du chaulage pour les terres de labour, les herbages, les prairies, etc. In-18, 72 p. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

BOUVIER. Nouveau système des mondes. Périodicité des déluges universels. Date du dernier, époque du nouveau. In-8°, 130 p. et pl. — Lyon, impr. Chanoine; tous les libr.

COIGNET. Bétons agglomérés appliqués à l'art de construire, notamment : à l'état monolithe, aux constructions agricoles et urbaines, aux toitures en voûte ou en terrasse, aux planchers, etc., et à l'état de pierres artificielles, à la confection de dalles, bordures de trottoirs, arêtes de voûtes, etc. In-8°, 378 p. — Paris, impr. Jousset, Clet et Ce; libr. Lacroix.

COURMACEUL (de). Culture de la vigne. Les Cépages de M. Cailliaud aîné, d'après la méthode de M. le docteur Guyot. In-8°, 16 p. — Nantes, impr. de Courmaceul.

DU MONCEL. Recherches sur les constantes des piles voltaïques. 2e édition, augmentée d'une théorie mathématique des variations des constantes voltaïques. In-8°, 34 p. — Cherbourg, impr. Bedelfontaine et Syffert.

FÉLIZET. Rudiment encyclopédique agricole, ou Précis analytique d'éducation et d'hygiène des divers animaux domestiques, éléments d'agriculture pratique, comptabilité. In-8°, 682 p. — Rouen, imp. Lapierre et Ce; libr. Le Brument. — Paris, libr. agricole; Elbeuf, Toutain.

GRANDEAU. Sur l'existence du cæsium, du rubidium, de la lithine, de la strontiane et de l'acide borique dans les eaux thermo-minérales de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne). In-8°, 7 p. — Strasbourg, impr. Silbermann.

HÉMENT. Premières notions d'histoire naturelle. 3e édition, revue et corrigée. In-18 jésus, 315 p. — Paris, impr. Claye; libr. Dezobry, Tandou et Ce.

HEUZÉ. Les matières fertilisantes, engrais minéraux, végétaux et

animaux, solides, liquides, naturels et artificiels. 4e édition, revue et augmentée, avec 41 vign, sur bois. In-8°, 712 p. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

JEANJEAN. La maladie des vers à soie, conseils aux éducateurs. In-16, 123 p. — Montpellier, impr. et libr. Gras.

JORDAN. Notice sur les procédés volumétriques de dosage du zinc et d'essai de ses minerais et de ses alliages. In-8°, 34 p. — Saint-Étienne, impr. Ve Théolier.

MARIE. Nouvelle théorie des fonctions de variables imaginaires. In-8°, 27 p. — Paris, impr. Dubuisson et Ce.

MAUSSIER. Notice sur le gisement de minerai de fer en grains des environs d'Audincourt (Dubois). In-8°, 15 p. et planche. — Saint-Étienne, impr. Ve Théolier.

PAYERNE. Pyrhydrostats ou hydrostats pyrotechniques, c'est-à-dire steamers sous-marins. In-8°, 22 p. — Cherbourg, impr. Bedelfontaine et Syffert.

PIERRE. Recherches sur les causes d'altération des bières d'une brasserie incendiée, à l'occasion d'une contestation survenue entre le brasseur et des compagnies d'assurances. In-8°, 47 p. — Caen, impr. Hardel.

J. BAUDIN. Almanach des Sociétés d'agriculture et d'horticulture d'Ile-et-Villaine pour 1862. Calendrier agricole. In-18, 36 p. — Rennes, impr, Oberthur.

Almanach historique et agricole de la Haute-Loire pour 1862, publié par les soins de la Société académique du Puy. 12e année. In-18, 336 p. — Le Puy, impr. Marchessou; libr. Jacquet-Chauve; les principaux libr. du département.

Almanach ou annuaire de l'horticulture nantaise et des départements de l'Ouest pour l'année 1862. 12e année. Tome III. In-12, 91 p. — Nantes, impr. Vincent, Forest et Grimaud.

BARBIER. Des moyens de grossir les graines et les fruits, de doubler les fleurs et d'en varier à volonté les proportions et la forme. In-8°, 88 p. — Blaye, impr. Lamarque: — Bordeaux, libr. Feret. — Paris, libr. agricole de la maison rustique.

BARDONNEAU. Observations sur le règlement des usines situées sur les cours d'eau non navigables ni flottables. In-8°, 14 p. — Paris, impr. Donnaud.

BARRESWIL et GIRARD. Dictionnaire de chimie industrielle; par MM. Barreswil et Aimé Girard, avec la collaboration de MM. de Luca, Aubergier, Balard (de l'Institut), Bayvet, H. Bouilhet, Ciccone, Colin, Davanne, Decaux, etc. T. II. 1re partie. In-8°, 276 p.

— Paris, impr. Bonaventure et Ducessois; libr. Dezobry, Tandou et Cᵉ.

Beau de Rochas. Nouvelles recherches sur les conditions pratiques de plus grande utilisation de la chaleur et, en général, de la force motrice; avec application au chemin de fer et à la navigation. In-4°, 55 p. — Paris, impr. lith. Maquaire; librairie E. Lacroix.

Beaugrand. Accidents saturnins observés chez des ouvriers employés à la vitrification des étiquettes en émail sur des vases destinés à la chimie et à la pharmacie. In-8°, 12 p. — Paris, impr. Plon.

Bocquillon. Revue du groupe des Verbénacées. Propositions de zoologie données par la Faculté. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris. In-4°, 92 pages. — Paris, imprimerie Martinet.

Castagne. Catalogue des plantes qui croissent naturellement dans le département des Bouches-du-Rhône; avec une préface, la biographie de Castagne et un aperçu général sur la végétation du département des Bouches-du-Rhône, par Alphonse Derbès, professeur de botanique et de zoologie. In-16, 205 pages. — Marseille, imprimerie Arnaud et Cᵉ; librairie Camoin frères.

Delesse. Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre. In-8°, 26 p. — Paris, impr. Martinet.

Delondre. Essais d'analyse qualitative et quantitative des quinquinas. — Paris. impr. Martinet.

Delondre et Dublanc. Notice sur l'extrait de salsepareille, lue à l'Académie impériale de médecine. In-8°, 8 p. — Paris, impr. Martinet.

Détain. Des divers systèmes de couverture, étude comparative. In-4° à 2 col., 15 p. et 7 pl. — Paris, impr. Claye.

Dufour. Anatomie, physiologie et histoire naturelle des Galéodes. In-4°, 103 p. — Paris, impr. impériale.

Gobin. Prairies artificielles, moyens de remédier à la la décroissance de leurs produits. In-8°, 29 p. — Paris, impr. et libr. vᵉ Bouchard-Huzard.

Guillemin. Note sur le nombre maximum de signaux télégraphiques élémentaires qu'on peut transmettre, dans un temps donné, au moyen de l'appareil Morse. In-8°, 4 p. — Paris, impr. Hennuyer.

Mangin. Le Cacao et le chocolat considérés aux points de vue botanique, chimique, physiologique, agricole, commercial, indus-

triel. et économique, suivi de la Légende du Cacahuatl par Ferdinand Denis. 2e édition. In-18, 335 p. — Paris, impr. Plon ; libr. Guillaumin et Ce.

RARCHAERT. Sur l'exploitation des chemins de fer. In-8°, 4 p. — Paris, impr. Dubuisson et Ce.

Annuaire de l'Institut impérial de France pour 1862. — In-12, 152 p. — Paris, impr. impériale.

PELLICOT. Culture de la vigne dans le Midi (de la). Lettres de M. Riondet, vice-président du comice agricole de Toulon, et de M. le docteur Jules Guyot. Viticulture. In-8°, 58 p. — Toulon, impr. Aurel.

DE LA PLANCHE. Description hydrographique de la côte orientale de Corée et du golfe d'Osaka, traduite du russe. In-8°, 4 pages et 3 cartes. — Paris, impr. P. Dupont ; libr. Bossange et fils ; dans les ports.

MILNE-EDWARDS. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des sciences de Paris. Tome VII. 1re partie. Digestion-Sécrétion. In-8°, 308 p. — Paris, impr. Martinet ; libr. Victor Masson et fils.

FABRE. Leçons élémentaires de chimie agricole. In-12, 204 p. et pl. — Avignon, impr. Bonnet fils. — Paris, libr. L. Hachette et Ce.

GOREAU. Traité sur les alcools, eaux-de-vie, coupages de trois-six pour boissons, etc., leur amélioration au moyen de la cépagine de Cognac. In-12, 21 p. — Angoulême, impr. et libr. Nadeau et Ce.

GRESSENT. Leçons théoriques et pratiques d'arboriculture forestière. 1re édition. In-18 jésus, 351 p. et 38 pl. — Paris, impr. Dubuisson et Ce ; librairie Coin. — Orléans, l'auteur.

LEFEBURE DE FOURCY. Leçons d'algèbre. 7e édition. In-8°, VIII-535 p. — Paris, impr. Thunot et Ce ; lib. Mallet-Bachelier.

LEFORT. Table des surfaces de déblai et de remblai des largeurs d'entreprise et des longueurs des talus, relatives à un chemin de fer à deux voies ou à une route de 10 mètres de largeur entre fossés, pour des cotes sur l'axe de 0m,00 à 15m,00, et pour des déclivités sur le profil transversal de 0m,00 à 0m,25. In-8°, XXI-109 p. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

LESPINASSE. Les Zoopores et les anthérozoïdes des algues. Histoire de la découverte du mouvement et des fonctions physiologiques de ces organes. In-8°, 21 p. — Bordeaux, impr. Gounouilhou.

MATHIEU. De la culture du coton dans la Guyane française. In-8°, 35 p. — Épinal, imp. Cabasse. — Paris, libr. Dentu.

MORIN. Résistance des matériaux. 3e édition, 2 vol. in-8, 851 p. et 6 pl. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

MULLER. Manuel du brasseur, guide théorique et pratique de la fabrication de la bière, traitant spécialement des méthodes de brassage usitées en Bavière. Orné de 71 grav. intercalées dans le texte. In-8°, VII-423 p. — Paris, impr. Kugelmann ; l'auteur, 73, rue du Faubourg Saint-Jacques.

NAGY. Considérations sur les comètes, ou Éléments de cométologie. In-8°, 422 p. — Paris, impr. Martinet ; libr. Leiber.

PARAVEY. Question de la double indemnité en matière de mines. Observations présentées à la Cour de cassation au nom de la compagnie des fonderies et forges d'Alais, à l'appui de son pourvoi contre un arrêt de la Cour impériale de Nîmes du 16 janvier 1861. In-8°, 32 p. — Paris, impr. Tinterlin et Ce.

PELIGOT. Douze leçons sur l'art de la verrerie. In-8°, 116 p. — Paris, imp. Bourdier et Ce.

POUCHET. Les Créations successives et les soulèvements du globe. Lettres à M. Jules Desnoyers. In-8°, 16 p. — Paris, imprimerie Malteste et Ce.

ROGER. Recherches sur le système du monde. In-4°, 38 p. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

SAMBUC. De l'exploitation rurale en Algérie. in-8°, 38 p. — Alger, impr. Bouyer. — Paris, libr. Challamel aîné, 30, rue des Boulangers.

SEDGWICK. Le vrai principe de la loi des ouragans appliqué d'une manière pratique aux deux hémisphères. Traduit de l'anglais par M. de l'Aulnoit. In-8°, 16 p. et 4 pl. — Paris, impr. P. Dupont; libr. Bossange et fils ; dans les ports.

SÉGUIN. Considérations sur les causes de la cohésion envisagées comme une des conséquences de l'attraction newtonienne et résultats qui s'en déduisent pour expliquer les phénomènes de la nature In-4°, VIII-56 p. et 2 pl. — Paris, impr. et lib. Mallet-Bachelier.

VÉZIAN. Prodrome de géologie. Introduction. In-8°, 59 p. — Besançon, impr. Roblot; l'auteur. — Paris, libr. Savy.

Annuaire des fabricants de sucre, distillateurs et liquoristes des départements du Nord, du Pas-de-Calais, de l'Aisne et de la Somme. 1862. In-16, 8 p. — Douai, impr. Crépin.

AUGOYAT. Aperçu historique sur les fortifications, les ingénieurs, et sur le corps du génie en France. Tome II. Sur les fortifications, les ingénieurs et le corps du génie ; avec 2 pl. In-8°, 668 p. — Paris, impr. Martinet; libr. Tanera ; Dumaine.

FORNEY. Le Jardinier-fruitier, principes simplifiés de la taille des arbres fruitiers, expliqués à l'aide de nombreuses figures dessinées par l'auteur, et augmentés d'une étude sur les bons fruits. In-8°, 302 p. — Paris, impr. Divry et C°; M. Louvier, quai des Grands-Augustins, 25; Arnheiter, place de l'Abbaye; l'auteur, 13, rue Saint-Fiacre.

MACHARD. Traité pratique sur les vins. 3° édition du Traité de vinification, revue et considérablement augmentée. In-12, XII-344 p. — Besançon, impr. et libr. Dodivers et C°.

NOIROT. Exposé des travaux des conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Côte-d'Or, 1849 à 1859. In-8°, 384 p. — Dijon, impr. Jobard; libr. Lamarche.

PLATT. — Traité d'agriculture. In-16, 64 p. — Paris, impr. Vert frères; libr. Philippart; départements, tous les libr.

ROBINET. Eaux de Paris. Lettre à un conseiller d'État, pour servir de réponse aux adversaires des projets de la ville de Paris. In-8°, 259 p. — Paris, impr. et libr. v° Bouchard-Huzard.

GUBLER. De la mer comme source de calcaire pour les plantes du littoral. In-8, 13 p. — Paris, impr. Martinet.

JENNETTAZ. Histoire naturelle. Poissons. In-16, 64 p. — Paris, imp. Wittersheim; libr. Philippart; départements, tous les libr.

LAMBERT-ALEXANDRE. Historique de la télégraphie, ses phases, ses systèmes divers. In-8, 44 p. — Paris, impr. Beauté; Institut polytechnique.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire. 9° vol. Travaux divers. 10° vol. Travaux de la section des sciences physiques et naturelles. In-8, 352 p. — Angers, impr. Cosnier et Lachèse.

Mémoires de la Société linnéenne de Normandie. Années 1860-1861. 12° vol. In-4, VI-177 p. et 14 pl. Caen, impr. et libr. Hardel. — Paris, libr. Derache.

TRESCA. Note sur une machine de M. Dietz, rabotant les bois de charpente sur les quatre faces. In-8, 5 p. — Paris, impr. Bourdier et C°.

Annuaire du comice agricole de Nogent-le-Rotrou pour 1862. In-12. 81 p. — Nogent-le-Rotrou, impr. Gouverneur.

BOUTRON et BOUDET. Hydrotimétrie. Nouvelle méthode pour déterminer les proportions des matières en dissolution dans les eaux de sources et de rivières. 3° édition. In-8, 55 p. — Paris, impr. Thunot et C°; lib. V. Masson.

Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 6° volume. Année

1860-1861. In-8, 188 p. et 8 pl. — Caen, impr. et libr. Hardel. — Paris, libr. Derache; Savy.

CHABERT. Agenda agricole. Année 1862. In-16, 78 p. et agenda. — Strasbourg, impr. vᵉ Berger-Levrault et fils. — Paris, même maison.

Conifères (des) de pleine terre. Notice sur quatre-vingt-six variétés. 2ᵉ édition, augmentée de 2 tableaux synoptiques, contenant, l'un, les principales qualités de ces conifères, l'autre, leur classement par ordre de grandeur décroissante de 100 mètres à 1 mètre. In-8, 28 p. — Grenoble, imprimerie Prudhomme.

DRION et FERNET. Traité de physique élémentaire, suivi de problèmes. 2ᵉ édition entièrement revue. In-12, XIV-874, p. avec 661 fig. dans le texte. — Corbeil, impr. Crété. — Paris, libr. V. Masson et fils.

DU PEYRAT. Canal maritime de jonction de l'Océan à la Méditerranée, considéré comme le prolongement de l'ouverture de l'isthme de Suez, pour relier l'Orient à l'Occident. In-8, 32 p. — Bordeaux, impr. et libr. Coderc, Degréteau et Poujol; libr. Féret: Paris, libr. Hachette.

JANNETTAZ. Histoire naturelle. Les Oiseaux. In-16, 64 p. — Saint-Germain, impr. Toinon et Cᵉ. — Paris, libr. Philippart; tous les libr.

MANGIN. Histoire naturelle. L'homme. In-16, 64 p. — Saint-Germain, impr. Toinon et Cᵉ. — Paris, libr. Philippart; tous les libr.

Mémoires de la Société d'agriculture et des arts du département de Seine-et-Oise, publiés depuis sa séance publique du 29 juillet 1860 jusqu'à celle du 28 juillet 1861. 61ᵉ année. In-8, 266 p. — Versailles, impr. et libr. Dufaure.

MIÈGE. Vade-mecum pratique de télégraphie électrique à l'usage des employés des lignes télégraphiques, suivi du programme des connaissances exigées pour être admis au surnumérariat dans l'administration des lignes télégraphiques. 2ᵉ édition, revue, corrigée et mise au courant des progrès actuels. In-18 jésus, XI-119 p. — Paris, impr. Hennuyer; libr. E. Lacoix.

MULLER. Métallurgie du zinc. Nouvelle méthode du traitement direct des minerais de zinc dans les foyers métallurgiques. In-8, 15 p. — Paris, impr. Vallée et Cᵉ.

PATÉ. Application de la photographie à la topographie militaire. In-8, 31 p. et 3 pl. — Paris, impr. et libr. Cosse et Dumaine.

PORTE. Notice sur quelques orchidées. In-8, 11 p. — Paris, impr. Donnaud.

POURIAU. Méthode générale pour reconnaître la nature d'un des

composés minéraux, acides, oxydes ou sels intéressant l'agriculture ou la médecine vétérinaire. In-12, 24 p. — Paris, impr. Hennuyer; libr. E. Lacroix.

PUILLE. Leçons morales de géométrie élémentaire théorique et appliquée, à l'usage des divers établissements d'instruction publique. 8e édition, revue et augmentée, conforme aux derniers programmes officiels. In-12, 336 p. — Paris, impr. Blot; libr. Fouraut.

ROBERT. Métode simplifiée de teinture, de dégraissage, de blanchissage et dessins de broderie, etc. In-8, 32 p. — Angoulême, impr. Girard; libr. Galletaud.

SALOMÉ. Rapport sur l'avortement enzootique des vaches. In-8, 10 p. — Lille, imp. Leleux.

Statistique de l'industrie minérale. Résumé des travaux statistiques de l'administration des mines en 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858 et 1859. Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Direction des mines. In-4, CXLII-590 p. et carte. — Paris, impr. impériale.

Annales de l'Observatoire impérial de Paris, publiées par U. J. Le Verrier, directeur. Observations. Tome XVI. 1860. In-4, VII-316 pages. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

BARDONNAUT. Du curage des rivières. In-8, 19. — Paris, impr. Donnaud.

BECQUEREL. Effets lumineux qui résultent de l'action de la lumière sur les corps. Leçon faite le 19 avril 1861 à la Société chimique de Paris. In-8, 45 p. — Paris, impr. Lahure et Ce.

CAILLAUD. Sur l'existence de la faune 3e silurienne dans le département de la Loire-Inférieure. In-8, 12 p. et fig. — Nantes, impr. Ve Mellinet.

CATALAN. Traité élémentaire de géométrie descriptive. 1re partie. Du point, de la droite et du plan. 2e édition, revue et augmentée. In-8, 100 p. et atlas de 11 pl. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Dunod.

CLOEZ. Recherches sur la nitrification et considérations générales sur le rôle des nitrates dans la végétation. Leçon professée le 15 mars 1861 à la Société chimique de Paris. In-8, 62 p. — Paris, impr. Lahure et Ce.

DEBRAY. Sur la production des températures élevées et sur la fusion du platine. Leçon professée le 1er mars 1861 à la Société chimique de Paris. In-8, 27 p. — Paris, impr. Lahure et Ce.

FAVRET et VIANNE. La Culture productive. Améliorations réalisées et celles que l'on devrait introduire dans les domaines du centre

de la France. In-8, 88 p., 10 gravures et 6 pl. tirées à part. — Paris, impr. Chaix et Ce; libr. Louvier.

IMHAUS. Ile de la Réunion. Notice sur les principales productions naturelles et fabriquées de cette île. In-8, 127 p. — Paris, impr.

LAROQUE. Description et théorie élémentaire de l'appareil de Clarke. In-8, 7 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

PASTEUR. Sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère, examen de la doctrine des générations spontanées. Leçon professée le 19 mai 1861 à la Société chimique de Paris. In-8, 36 p. — Paris, impr. Lahure et Ce.

PIGEAUX. Examen de la question des hybrides végétaux au point de vue des espèces fruitières. In-8, 7 p. — Nantes, impr. et libr. Guéraud et Ce.

SAUVAGEON. Écoles de sériciculture théorique et pratique. Moyen de régénérer une race de vers à soie indigène. In-32, 16 p. — Valence, impr. Aurel.

Séance publique annuelle de la Société impériale et centrale d'agriculture de France, tenue le 5 janvier 1862. Présidence de M. le baron Séguier. Discours du président. Compte rendu des travaux de la Société par M. Payen. Rapport sur les prix décernés. Éloge historique des M. le duc Decazes, par M. de Lavergne. In-8, 74 p. — Paris, impr. et libr. v^e Bouchard-Huzard.

BERGER. Notice sur les incommensurables. In-8, 7 p.—Montpellier, impr. Boehm et fils.

BLAIN. Décentralisation des eaux de la Durance, ou remède contre les débordements. Grand in-18, 35 p. — Paris, impr. Pinard.

BOURBON. Éléments d'arithmétique. 32e édition, rédigée conformément aux nouveaux programmes de l'enseignement dans les lycées. In-8, VIII-371 p. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

BROCA. Expériences sur les œufs à deux jaunes. In-8, 10 p. — Paris, impr. Martinet.

CHATIN. Sur l'androcée des crucifères. In-8, 10 p. — Paris, impr. Martinet.

COSSON. Sur l'acclimation de la carpe et de la tanche dans les eaux douces de l'Algérie. In-8, 8 p. — Paris, impr. Martinet.

DELAFOND et CORRADI. Études sur les vapeurs surchauffées. Appareil de cheminées à tubes-siphon propre à surchauffer la vapeur des chaudières ordinaires. In-8, 15 p. et pl. — Marseille, impr. Barlatier-Feissat et Demonchy.

DONZEL. Coup d'œil sur le desséchement des marais de la Camargue. In-8, 15 p. — Nîmes, impr. Roger et Laporte.

Doyère. Conservation des grains par l'ensilage, recherches et applications expérimentales faites depuis 1850 pour démontrer la conservation des grains par l'ensilage souterrain hermétique. In-8. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Guillaumin et Cᵉ; libr. agricole.

Drouet. Éléments de la faune açoréenne. In-8, 254 p. — Troyes, impr. Dufour-Bouquot. — Paris, libr. J. B. Baillère et fils; J. Rothschild.

Fournet. Géologie lyonnaise. In-8, 784 p. — Lyon, impr. Barret.

Gras. Note sur le Cardamine granulosa (Allioni). In-8, 5 p. — Paris, impr. Martinet.

Guérin-Méneville. Résumé sommaire des travaux de sériciculture effectués en 1861 sous l'inspiration de la Société impériale zoologique d'acclimation. In-8, 16 p. — Paris, impr. Martinet.

Guyton. Quelques conseils sur l'élevage du cheval. In-8, 16 p. — Autun, impr. Dejussieu.

Heuzé. L'année agricole, almanach illustré des comices, des propriétaires et des fermiers, ou Revue annuelle des travaux agricoles, des études scientifiques, des expériences des plantes nouvelles et des instruments et appareils recemment inventés. 3ᵉ année. In-18 jésus, 473 p. — Paris, impr. Lahure et Cᵉ; libr. L. Hachette et Cᵉ.

Mémoires de l'Académie impériale de Metz. 42ᵉ année. 1860–1861. 2ᵉ série. 9ᵉ année. Lettres. Sciences. Arts. Agriculture. In-8, 532 p. — Metz, impr. Blanc ; libr. Rousseau-Pallez.

Molon (de). Agriculture. Des causes de l'épuisement du sol et des moyens de lui restituer et de maintenir sa fécondité. 1ʳᵉ et 2ᵉ lettres. In-8, 15 p. — Paris, impr. Voitelain.

Montels. Considération sur les frais de culture. In-8, 8 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

Ysabeau. Cours d'agriculture pratique, publié par une Société d'agronomes, sous la direction de A. Ysabeau. T. II. In-18 jésus, IV-363 p. — Paris, impr. et libr. Paul Dupont.

Duchartre. Recherches expérimentales sur les rapports des plantes avec la rosée et les brouillards. In-8°, 52 p. — Paris, impr. Martinet.

Exposition universelle de 1851. Travaux de la commission française sur l'industrie des nations, publiés par ordre de l'empereur. T. I. 5ᵉ partie. Force productive des nations. L'Indo-Chine et l'Inde. In-8°, XLVIII-502 p. — Paris, impr. impériale.

Fauvel. Catalogue des insectes recueillis à la Guyane française par M. E. Déplanche, chirurgien auxiliaire de la marine, années

1854-55-56. 2e partie. In-8°, 19 p. — Caen, impr. et libr. Hardel.

Le Gras. Phares des côtes nord et ouest de la France et des côtes ouest de l'Espagne et du Portugal, corrigés en février 1862. In-8°, 80 p. — Paris, impr. P. Dupont.

Revue agricole et horticole de l'Algérie, publiée sous la direction de M. Charles Bourlier, professeur d'histoire naturelle à l'École de médecine d'Alger, membre de la Société d'agriculture, etc. Tome II. In-8°, 384 p. — Alger, impr. Duclaux; Paris, libr. Challamel aîné.

Sainte-Claire Deville. Deuxième note sur les discordances qu'on observe entre les indications de divers thermomètres à l'air et à l'ombre. In-8°, 7 p. — Versailles, impr. Beau jeune.

Vieillard. Études sur les genres Oxera et Deplanchea. In-8°, 11 p. Caen, impr. et libr. Hardel.

Delaunay. Cours élémentaire de mécanique théorique et appliquée. 5e édition. Grand in-18, VIII-711 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris, libr. V. Masson et fils; Garnier frères.

Delaunay. Traité de mécanique rationnelle. 3e édition. In-8°. — Corbeil, impr. Crété; Paris, librairie V. Masson et fils; Garnier frères.

Eudes-Deslongchamps. Note sur la présence du genre *Phorus* dans le dévonien supérieur du Boulonnais. In-8°, 7 p. et 1 pl. — Caen, impr. et libr. Hardel.

Fontenay (de). Le bétail en Écosse. Race bovine. Pratique d'élevage et d'engraissement des fermiers anglais. In-8°, VIII-143 p. — Paris, impr. et libr. Ve Bouchard-Huzard.

Gaston. Des climats de la zone tropicale, influence de ces climats sur les Européens et préceptes d'hygiène à l'usage de tous les Européens qui vont habiter cette zone. Thèse présentée à la Faculté de médecine de Montpellier. In-4°, 80 p. — Montpellier, impr. Cristin et Ce.

Leguidre. Premiers éléments d'industrie manufacturière, ou Simples notions sur les procédés en usage pour préparer les objets nécessaires à la nourriture, au logement, à l'habillement et à l'instruction de l'homme. Ouvrage rédigé d'après les traités les plus modernes. 4e édition, revue, corrigée et augmentée. In-18, 252 p. et fig. — Coulommiers, impr. Moussin; Paris, libr. Dezobry, Tandou et Ce.

Millot. Cours élémentaire d'arpentage à l'usage des écoles primaires, des colléges et des pensions, avec lequel on apprend l'art de mesurer les surfaces et les solides, et de les diviser en nombre quelconque de parties égales ou proportionnelles. In-12, 220 p.—

Paris, impr. Vert frères; libr. Maugars; Varennes (Seine-et-Oise), l'auteur.

MONTÈS. Leçons d'arithmétique à l'usage des candidats au baccalauréat ès sciences et aux diverses écoles, rédigées conformément au programme officiel. 3e édition. In-8°, 366 p. — Carcassonne, impr. Labau; Paris, libr. Desobry, Tandou et Cie.

MONTHORIER. Tableau de résistance, donnant les poids que peuvent supporter les I et les poutres combinées en fers plats, tôles et cornières chargées uniformément sur leurs longueurs et libres à leurs extrémités, à l'usage de MM. les architectes, constructeurs et conducteurs de travaux. In-plano, 1 p. — Paris, impr. Pilloy; M. Gay, 135, rue de Charenton.

MORIÈRE. Transformation des étamines en carpelles dans plusieurs espèces de pavot. In-4°, 17 p. et pl. — Caen, impr. Hardel.

ROUX. Observations sur l'opium indigène. In-8°, 8 p. — Paris, impr. Raçon et Ce; libr. Louvier.

SOBRERO. Considérations sur la constitution du fer, de l'acier et de la fonte, et application à la fabrication de l'acier et de la fonte à bouches à feu. 1re partie. In-8°, 43 p. — Sceaux, impr. Dépée; libr. Corréard.

SOUBEIRAN. Rapport sur les travaux de le Société impériale zoologique d'acclimatation pendant l'année 1861. In-8, 20 p. — Paris, impr. Martinet; 19, rue de Lille.

SOULANGES. Inventions et découvertes, ou les Curieuses origines. 8e édition. In-12, 237 p. et grav. — Tours, impr. et libr. Mame et Ce.

TERQUEM. Recherches sur les foraminifères de l'étage moyen et de l'étage inférieur du lias. In-8°, 54 p. — Metz, impr. Blanc.

TISSIER. Importance de l'aluminium dans la métallurgie. In-4°, 9 p. Rouen, impr. F. et A. Lecointe frères.

YSABEAU. Lecons élémentaires d'horticulture, rédigées d'après les programmes officiels de l'enseignement primaire, à l'usage des écoles normales, des écoles primaires supérieures et des écoles professionnelles. 2e édition. In-12, VII-170 p. — Paris, impr. et libr. Jules Delalain.

BACLÉ, ROCHE et VITARD. Cubage des bois ronds, avec indication du mètre courant ou du mètre cube. In-8°, 88 p. — Beauvais, impr. Desjardins; tous les libraires du département; Paris libr. Dalmont et Dunod.

COLLIGNON D'ANCY. Nouveau mode de culture et d'échalassement de la vigne. In-4°, 8 p. — Metz, impr. Blanc.

LIRON D'AIROLLES (de). Les poiriers les plus précieux parmi ceux

qui peuvent être cultivés à haute tige, aux vergers et aux champs, avec les figures des fruits au trait. In-8°, VI-68 p. et 7 pl. — Nantes, impr. et libr. Guéraud et C°.

LUNEL. Traité de la fabrication des vins. In-8°, 32 p. — Paris, impr. Rochette; l'auteur, 41, rue Mazarine.

MASSEBŒUF. Traité du géomètre, contenant plus de 300 problèmes résolus, le mesurage des surfaces, la stéréométrie, les voûtes, l'arpentage et le levé des plans. In-12, 108 p. et fig. et 1 pl. — Marseille, impr. Roux; tous les libraires; les auteurs.

Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg, publiés sous la direction de D. Auguste Le Jolis, archiviste perpétuel de la Société. Tome VIII. In-8°, 428 p. — Cherbourg, impr. Bedelfontaine et Siffert; Paris, libr. J. B. Baillère et fils.

POURIAU. Météorologie agricole. Comparaison de la marche de la température à l'air et dans le sol à diverses profondeurs. 2° mémoire. In-8°, 56 p. — Lyon, impr. Barré; Paris, libr. Leiber.

RADAU. Recherches modernes sur la conductibilité calorique. In-8°, 15 p. — Paris, impr. Remquet, Goupy et C°.

RASPAIL. Le Fermier vétérinaire, ou Méthode aussi économique que facile de préserver et de guérir les animaux domestiques et même les végétaux cultivés du plus grand nombre de leurs maladies. 2° édition, revue et augmentée. In-18, 290 p. — Paris, impr. Raçon et C°; libr., 14, rue du Temple.

RAULIN. Notice sur les travaux scientifiques de M. Cordier, professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris, lue à la Société géologique de France, le 4 novembre 1861. In-8°, 32 p. —Bordeaux, impr. et libr. Coderc, Degréteau et Poujol.

RIVOT. Docimasie. Traité d'analyse des substances minérales à l'usage des ingénieurs des mines et des directeurs de mines et d'usines. Tome II. 1er fascicule. Métaux alcalins. Métaux alcalins terreux. Métaux terreux. In-8°, 522 p. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Dunod.

Valicourt (de). Manuels-Roret. Nouveau manuel complet de photographie sur métal, sur papier et sur verre, contenant toutes les découvertes de MM. Niepce et Daguerre, Talbot, etc., précédé d'un résumé historique et critique sur l'origine et les progrès de la photographie. Nouvelle édition, entièrement refondue, ornée de figures et mise au courant des perfectionnements les plus récents. 2 vol. in-18, XXXII-590 p. et pl. — Bar-sur-Seine, impr. Saillard; Paris, libr. Roret,

YSABEAU. Végétaux cultivés. Plantes industrielles. Grand in-18, IV-136 p. — Paris, impr. et libr. P. Dupont.

ARMENGAUD. Guide de mécanique pratique, précédé des notions élémentaires d'arithmétique décimale, d'algèbre et de géométrie utiles à l'intelligence et à la solution des diverses applications qui y ont rapport; avec tables et calculs à l'usage des mécaniciens et conducteurs de travaux, agents-voyers, etc. 7e édition. In-18 jésus, 348 p. — Paris, impr. Claye; les principaux libraires; l'auteur.

BOURGET. Note sur l'hypothèse cosmogonique de Laplace. In-8°, 12 p. — Clermont, impr. et libr. Thibaud.

Bulletin de la Société académique de Brest. Tome II. 1re livraison. In-8°, XXX-250 p. — Brest, impr. Lefournier.

Bulletin de la Société centrale de l'Yonne pour l'encouragement de l'agriculture. 5e année. 1861. In-8°, XIII-611 p. — Auxerre, impr. et libr. Perriquet et Rouillé.

CONSTANTIN. Résumé d'un voyage d'exploration de M. Coste, membre de l'Institut, sur le littoral de la France et de l'Italie. In-8°, 48 p. — Brest, impr. J. B. et A. Lefournier.

DESCOSSE. Découverte des sources et exploration des eaux souterraines. In-8°, 86 p. — Marseille, impr. Ve Chauffard.

ELOFFE. Les Édentés fossiles, glyptodon et schistopleurum. In-8°, 16 p. — Paris, impr. Remquet, Goupy et Ce; libr. Abessard et Bérard; Marseille, même maison.

FAGES DE CHAULNES (de). Études ethnographiques. Unité de l'espèce humaine. In-8°, 15 p. — Orléans, impr. et libr. veuve Pellisson-Niel.

HASENFELD. Eaux ferrugineuses thermales de Szliács (en Hongrie). In-8°, 29 p. — Paris, impr. Martinet; libr. Germer Baillière.

JOUVENCEL (de). Les puits naturels et l'homme fossile. Notice lue à la Société anthropologique le 4 juillet 1861. In-8, 12 p. — Paris, impr. Hennuyer.

LACOSTE. Cours élémentaire d'agriculture à l'usage des écoles primaires. 2e édition. In-16, 304 p. — Chambéry, impr. Puthod fils.

LEFAIVRE. Les Engrais à l'exposition nationale de Nantes, 1861. In-8°, 24 p. — Nantes, impr. de Courmaceul.

LEMAIRE. Considérations sur le rôle des infusoires et des matières albuminoïdes dans la fermentation, la germinaison et la fécondation. In-8°, 28 p. — Caen, impr. Poisson.

SALLE. Culture des champignons, avec l'indication d'une méthode nouvelle pour en obtenir en tous lieux par l'emploi de la mousse. 2e édition. Grand in-18, 51 p. et fig. — Évreux, impr. Hérissey; Paris, libr. Goin.

SUCQUET. Anatomie et physiologie. Circulation du sang. D'une circulation dérivative dans les membres et dans la tête chez l'homme. Avec 6 pl. dessinées et lithographiées d'après nature par Lackerbaner. In-8°, 56 p. — Paris, impr. Martinet; librairie Ad. Delahaye.

VALLIER. Petit manuel du planteur de coton, indiquant les améliorations introduites depuis un an et celles à introduire encore dans cette culture. In-8°, 16 p. et planche. — Alger, impr. Duclaux ; Paris, libr. Challamel.

BORIE. L'Année rustique. In-18 jésus, VIII-356 p. — Saint-Germain, impr. Toinon et Cᵉ; Paris, libr. Jung-Treuttel.

Canons rayés (les) et les places fortes. La fortification allemande et la fortification française. In-8°, 71 p. — Metz, impr. Meyer.

CARDON. Manuel d'agriculture pratique algérienne. In-8°, VIII-224 p. — Paris, impr. Carion; Revue du monde colonial.

CARDON. Traité d'agticulture pratique. Midi de la France, Espagne, Portugal, Maroc, Algérie, Tunisie, Littoral méditerranéen. In-8°, VIII-224 p. — Paris, impr. Carion; bureau de la Revue du monde colonial.

DOUGLAS. Stratégie maritime à vapeur du général sir Howard Douglas. Ouvrage traduit de l'anglais par François-Xavier Franquet. In-8°, XXIII-254 p. — Sceaux, impr. Dépée; Paris, librairie Corréard.

DUVAL-JOUVE. Note sur la synonymie d'une espèce d'Equisetum. In-8°, 4 p. — Paris, impr. Martinet.

GERHARDT et CHANCEL. Précis d'analyse chimique qualitative. 2ᵉ édition. Avec 148 fig. dans le texte. In-18 jésus, III-703 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris, libr. Victor Masson et fils.

GOBIN. Traité de l'économie du bétail, physiologie, races, amélioration, alimentation, spéculation. 2 vol. in-8°, XLVIII-888 p. et 12 pl. — Paris, impr. et libr. vᵉ Bouchard-Huzard.

MATHIEU DE DOMBASLE. Traité d'agriculture. 2ᵉ partie. Pratique agricole. Tomes I et II. In-8°, 864 p. — Nancy, impr. vᵉ Raybois; Paris, libr. vᵉ Bouchard-Huzard; Libr. agricole.

PLANCHE. Rapport à la Société industrielle de Mulhouse sur l'épuration des pâtes à papier. In-8°, 28 p. et pl. — Paris, impr. et libr. Firmin Didot frères, fils et Cᵉ.

DAMEY. Le conducteur des machines à battre à manége ou à vapeur. Guide à l'usage des propriétaires, fermiers, chauffeurs, engreneurs, etc. In-12, 107 p. — Paris, impr. Raçon et Cᵉ; libr. agricole; Dôle, l'auteur.

DESNOYERS. Note sur les argiles à silex de la craie, sur les sables du

Perche et autres dépôts tertiaires qui leur sont subordonnés. In-8, 11 p. — Paris, impr. Martinet.

Dubief. Traité de la fabrication des liqueurs sans distillation, sans fourneaux et sans feu. 2e édition, revue et considérablement augmentée. In-18 jésus, 228 p. — Paris, impr. Morris et Ce; libr. E. Lacroix; l'auteur, 23, rue de Nemours.

George. Notions élémentaires d'arithmétique théorique et pratique, à l'usage des écoles normales primaires et des écoles professionnelles et de commerce. In-12, VIII-312 p. — Paris, impr. Blot; libr. Fouraut.

Jamin. Leçons sur les lois de l'équilibre et du mouvement des liquides dans les corps poreux, professées les 22 février et 8 mars 1861 devant la Société chimique de Paris. In-8, 55 p. et pl. — Paris, impr. Lahure et Ce.

Lacroix. Traité élémentaire de calcul différentiel et de calcul intégral. 6e édition, revue et augmentée de notes par MM. Hermite et J. A. Serret. Tome II. In-8, VIII-491 p. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

Leclerc. De la production du coton en Algérie. In-4°, 24 p. — Paris, impr. Michels-Carré.

Marcel de Serre et Cazalis de Fondouce. Des formations volcaniques du département de l'Hérault dans les environs d'Agde et de Montpellier, faisant suite aux Observations sur les terrains pyroïdes du Salagou et du Neffiez. In-8, 17 p. — Paris, impr. Martinet.

Nicklès. Sur les relations d'isomorphisme qui existent entre les métaux du groupe de l'azote. In-8°, 79 p. et pl. — Nancy, impr. ve Raybois.

Résultats obtenus jusqu'à ce jour par les explorations entreprises sous les auspices du gouvernement de l'Algérie pour pénétrer dans le Soudan. Avril 1862 (gouvernement général de l'Algérie. Bureau politique des affaires politiques de l'Agérie). In-8°, 20 p. et carte. — Alger, impr. Bastide; Paris, libr. Challamel aîné.

Simonin. Les richesses naturelles de l'île de Madagascar. In-4°, 10 p. — Paris, impr. Lahure et Ce.

Situation de l'industrie houillère en 1861. Comité des houillères françaises. In-8°, 161 p. — Paris, impr. Guyot et Scribe; libr. Lacroix.

Trémaux. Voyage en Éthiopie, au Soudan oriental et dans la Nigritie. Ouvrage accompagné d'un atlas de 61 pl. en partie coloriées avec texte, dont 4 cartes, 2 panoramas et un frontispice.

Tome I. Égypte et Éthiopie. In-8°, 456 p. — Paris, impr. Raçon et C°; libr. L. Hachette et C°.

Annales de l'Académie de Mâcon. Société des arts, sciences, belles-lettres et d'agriculture, rédigées et mises en ordre par M. Charles Pellorce, secrétaire perpétuel. Tome V. In-8, 368 p. — Mâcon, impr. Protat.

Belèze. Solution des exercices et problèmes de l'arithmétique. In-18, 26 p. — Paris, impr. et libr. Jules Delalain.

Berthoud. La botanique au village. 2° édit. In-18 jésus, 265 p. — Paris, impr. et lib. P. Dupont.

Cassaignes. Les eaux de Paris, Marseille, Nîmes, etc.; des canaux, papeteries, etc. In-8, 23 p. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

Catalogue des produits des colonies françaises envoyés à l'exposition universelle de Londres de 1862. In-8, 108 p. — Paris, impr. Lahure et C°; libr. Challamel aîné.

Dehérain. Sur la composition de quelques terres arables. In-8, 19 p. — Paris, impr. Bourdier et C°.

Dumouchel et Dupuis. Cours de mathématiques théorique et pratique, à l'usage des écoles primaires, des écoles normales primaires, etc. 1re partie. Traité d'arithmétique, contenant plus de 1.500 exercices et problèmes gradués. 8° édit. In-12, 250 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris, lib. Dezobry, Tandou et C°.

Dupuis. Les migrations des végétaux, conférence faite à la Société impériale d'acclimatation le 9 mars 1862. In-8, 15 p. — Paris, impr. Remquet, Goupy et C°; libr. Albessard et Bérard; Marseille, même maison.

Dupuits. Du renouvellement de la vigne par arrachement pour replanter. In-8, 8 p. — Bordeaux, impr. Gounouilhou.

Lambert. Cours élémentaire de géologie, à l'usage des lycées, des établissements d'instruction publique, etc. Avec 138 grav. In-18 jésus, VII-242 p. et tableau. — Paris, impr. Raçon et C°; libr. Savy.

Lecocq. Traité des plantes fourragères, ou Flore des prairies naturelles et artificelles de la France et de l'Europe centrale; ouvrage contenant la description, les usages et qualités de toutes les plantes herbacées ou ligneuses qui peuvent servir à la nourriture des animaux, etc. 2° édition, augmentée et enrichie de 40 gravures noires. In-8, XV-505 p. — Paris, impr. Raçon et C°; libr. agricole.

Lethierry. Énumération des insectes coléoptères nuisibles à l'agriculture ou à l'industrie qui se trouvent le plus fréquemment

dans l'arrondissement de Lille. In-8, 42 p. — Lille, impr. Leleux.

Marès. Du soufrage économique de la vigne. In-8, 23 p. — Montpellier, impr. Grollier.

Payen. Chimie organique expérimentale et appliquée. Dextrine et glucose produites sous l'influence des acides sulfurique ou chlorhydrique, de la diastase, et de la diastase et de la levûre. — In-8, 35 p. — Paris, impr. Bourdier et Cᵉ.

Raspail. Revue élémentaire de médecine et pharmacie domestique, ainsi que des sciences accessoires et usuelles mises à la portée de tout le monde. Tome I et II. Du 15 juin 1847 au 15 mai 1849. In-8, 788 p. — Paris, impr. Raçon et Cᵉ.

Ratheau. Étude sur la fortification polygonale comparée à la fortification bastionnée. In-4°, VII-119 p. et 8 pl. — Paris, impr. Bonaventure et Ducessois; libr. Tanera.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure (3ᵉ série). Tome VI. Année 1859. In-8, VIII-531 p. — Évreux, impr. Hérissey; libr. Cornemillot; Paris, libr. Derache.

Salvetat. De l'emploi de l'or dans la décoration des poteries. 1ᵉʳ mémoire. In-8, 23 p. — Paris, impr. Bourdier et Cᵉ.

Al-Habairi. Traité de météorologie, de physique et de galvanoplastie, rédigé en arabe d'après les meilleurs auteurs français. In-12, 264 p. — Paris, impr. Blot; libr. B. Duprat.

Annuaire de la Société d'horticulture et d'acclimatation du département de Tarn-et-Garonne, affiliée à la Société impériale zoologique d'acclimatation de Paris. In-8, 110 p. — Montauban, impr. Forestié.

Bocquillon. Description d'un genre nouveau de la famille des Verbénacées. In-8°, 5 p. et pl. — Paris, impr. Martinet.

Bulletin (4ᵉ) annuel de la Société centrale d'agriculture du département de la Savoie, fondée à Chambéry le 19 avril 1857, ou Compte rendu des travaux de l'année, rédigé par J. Bonjean, secrétaire de la Société. 5ᵉ année. In-8, IX-302 p. — Chambéry, impr. Ménard et Cᵉ.

Bussy (de). Dictionnaire universel des sciences, des lettres et des arts. In-18 jésus, 510 p. — Saint-Denis, impr. Moulin; Paris, libr. Lebigre-Duquesne frères.

Du Moncel. Exposé des applications de l'électricité. Tome V. 1ᵉʳ fascicule. Revue des découvertes faites de 1859 à 1862. In-18, 248 p. — Paris, impr. Claye; libr. L. Hachette et Cᵉ; Mallet-Bachelier.

Gaudry. Traité élémentaire et pratique de l'installation, de la conduite et de l'entretien des machines à vapeur fixes, locomotives, locomobiles et marines, à l'usage des propriétaires d'usines à vapeur, mécaniciens, etc. 2e *édition*, entièrement refondue et augmentée. Tomes II et III. In-8, 736 p. et 9 pl. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Dunod.

Guyot. Culture de la vigne et vinification. 2e *édition*. In-18 jésus, VIII-422 p. — Paris, impr. Pinard; librairie agricole de la Maison rustique.

Jacques et Herincq. Manuel général des plantes, arbres et arbustes, comprenant leur origine, description, culture; leur application aux jardins d'agrément, à l'agriculture, aux forêts, etc., et classés selon la méthode de Decandolle. Tome II. In-12 à 2 col., 678 p. — Paris, impr. Raçon et Ce; librairie agricole de la Maison rustique.

Laur. De la production des métaux précieux en Californie. Rapport à S. Exc. M. le ministre des travaux publics. In-8°, 132 p.— Paris, impr. Panckoucke et Ce; libr. Dunod; Guillaumin et Ce.

Mémoires de la Société académique d'archéologie, sciences et arts du département de l'Oise. Tome IV. 1861. In-8°, 770 p. et 52 pl. — Beauvais, impr. Desjardins.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences de l'Institut impérial de France et imprimé par son ordre. Sciences mathématiques et physiques. Tome XVI. In-4°, 998 p. et 7 pl. — Paris, impr. impériale.

Naudin. Le potager, jardin du cultivateur. In-12, 180 p. et grav. dans le texte. — Saint-Germain, impr. Toinon et Ce; Paris, libr. de la Maison rustique.

Taillefer. Notice sur la culture de la vigne pour les Arabes. In-8, 16 p. — Alger, impr. Bastide.

Trémeaû de Rochebrune. Mémoire sur l'hybridation en général et spécialement sur celle du blé. In-8°, 23 p. — Angoulême, impr. Nadaud et Ce.

Trésor (le) du vigneron, petit traité sur la manière de conserver les vins et de les guérir de leurs maladies, par A. J. Julien B. In-32. IX-22 p. — Clermont-Ferrand, impr. Hubler.

Annales de la Société d'horticulture et de botanique de l'Hérault. Tome I, 1861. In-8°, 306 p.— Montpellier, impr. et libr. Gras.

Brocot. Table de conversion en décimales des fractions ordinaires, à l'usage du calcul des rouages par approximation. Méthode nouvelle. In-8°, 55 p. — Paris, impr. et libr. Paul Dupont.

Bulletin de la Société impériale d'horticulture pratique du département du Rhône. 1861. In-8°, 394 p. — Lyon, impr. Nigon.

Catalogue des plantes, fleurs, fruits, légumes, objets d'arts et industries horticoles, exposés du 17 mai au 22 juin 1862 au palais de l'Industrie, Champs-Élysées. Société impériale et centrale d'horticulture. In-8, 42 p. — Paris, impr. Donnaud.

COQUAND. Sur la convenance d'établir dans le groupe inférieur de la formation crétacée un nouvel étage entre le néocomien proprement dit (couches à Toxaster complanatus et Ostrea Couloni) et le nécomien supérieur (étage urgonien de d'Orbigny). In-8°, 13 p. — Marseille, impr. Arnaud et C°.

DUSEIGNEUR. La maladie des vers à soie, ses progrès. In-8°, 36 p. — Lyon, impr. Barret.

MARTON-DONOS (de). Plantes caractéristiques du département du Tarn, ou Extrait de la flore du Tarn (inédite). Fragment premier. In-8°, 32 p. — Toulouse, impr. Chauvin.

MEILLET. Métallurgie des anciens. Histoire du fer. In-8°, 18 p. — Poitiers, impr. Bernard.

MORIAU. Rapport de M. Moriau, au nom d'une commission spéciale de la classe des sciences, sur les recherches chimiques et les produits économiques de l'arbousier de M. Mingaud (du Gard), pharmacien. Académie des sciences, etc. Séance du 26 décembre 1860. In-8°, 15 p. — Paris, impr. Dubuisson et C°.

Notice sur les trois types de locomotive exposés à Londres en 1862. Compagnie du chemin de fer du Nord (France). In-4°, 23 p. et 6 pl. — Paris, impr. Claye.

POEY. Température de la pluie comparée à celle de l'air. Observations faites à la Havane pendant les années 1858 et 1859. In-8°, 11 p. — Versailles, impr. Beau jeune.

TIMBAL-LAGRAVE, Observations botaniques sur quelques plantes de la Penna Blanca. In-8°, 12 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

VIMONT. Notes sur les points d'éruption volcanique situés entre les puys de Pariou et de la Nugère, sur leurs éruptions successives et sur la différence d'âge des coulées qui en proviennent. In-8°, 16 p. — Clermont, impr. et libr. Thibaud.

Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie, publiées par la Société impériale d'agriculture, etc., de Lyon. 3° série. T. V 1861. In-8°, CXXXIV-632 p. et 15 tableaux. — Lyon, imprim. et libr. Barret; Paris, libr. Treuttel et Wurtz.

BALAY DE LA BERTRANDIÈRE. Enquête sur l'état actuel de l'agriculture française. Ce qu'elle est, ce qu'elle doit être, voies et

moyens; par une réunion de députés au corps législatif. Département de la Loire. 1862. In-8°, 28 p. — Paris, impr. Poupart-Davyl et C°.

BERTRAND-LEMAIRE. Rapport sur le projet de recherches d'eaux à faire dans les roches crayeuses de la Champagne pour l'alimentation de Paris, fait le 29 juin 1861, à la commission spéciale d'enquête. In-8°, 36 p. — Châlons, imprim. et libr. Martin.

CALARD. De l'application pratique et de la fabrication des feuilles métalliques perforées. Historique de la première fabrication créée en France. Ses applications à l'industrie de la meunerie, exploitation agricole, brasserie, etc. In-8°, 64 p. — Paris, impr. Divry et C°; libr. E. Lacroix.

CATALAN. Nouveau manuel des aspirants au baccalauréat ès sciences complet, rédigé conformément au programme officiel; par J. Langlebert, professeur de sciences physiques, et E. Catalan, ancien professeur de sciences mathématiques. 3 cartes géographiques, 8 planches gravées et 1.200 grav. intercalées dans le texte. 4° partie. Cosmographie. 5° édition. In-12, XII-191 p. — Paris, impr. et libr. Jules Delalain.

DEBAINS. Aperçu historique sur l'agriculture en Italie sous la domination romaine (conférence du rez-de-chaussée). In-16, 13 pages. — Versailles, impr. Cerf.

DERIVRY. Carte à calculs pour géodésie, ou Arithmomètre à l'usage des géomètres, etc. — Noyon, impr. Andrieux-Duru; l'auteur.

DU COUÉDIC. Manière d'utiliser les eaux et les engrais perdus en agriculture. Plan comparé d'un domaine. L'Application de cette méthode. In-4°, 16 p. et 3 planches. — Paris, impr. Plon.

ESCAYRAC DE LAUTURE (d'). De la transmission télégraphique et de la transcription littérale des caractères chinois. 1re partie. In-4°, 16 p. — Paris, impr. Best.

Fabrication facile de boissons de ménage de 5 à 8 centimes la bouteille; par un ancien brasseur. Économie domestique. In-18, 17 p. — Paris, impr. Dubois et Vert.

FRIDRICI. Aperçu géologique du département de la Moselle. In-12, VI-135 p. — Metz, impr. Blanc; libr. Warion; Alcan.

GLÉNARD. Note sur la fermentation tartrique du vin. In-8°, 22 p. — Lyon, impr. Barret.

GLÉNARD. Recherche de l'acide tartrique libre dans les vins. In-8°, 8 p. — Lyon, impr. Barret.

GRANDGEORGE. Apiculture. Mémoire à l'aide duquel une personne seule peut cultiver en toute saison 300 ruchées, les multiplier de

bonne heure sans perte d'essaims, etc. In-16, 87 p. — Épinal, impr. Ve Gley.

Herval. Étude sur la minéralogie. In-8°, 18 p. — Le Havre, impr. Lepelletier.

Homberg. Sur le blanchissage. Grand in-16, 48 p. — Paris, impr. Lahure et Ce; libr. L. Hachette et Ce.

Lagout. Alpes (percement des). In-8° à 2 col., 4 p. — Paris, impr. Renou et Maulde.

Lagout. Architecture. In-8° à 2 col., 12 p. — Paris, impr. Renou et Maulde.

Pierre. Exercices sur la physique, ou Recueil de questions susceptibles de faire l'objet de compositions, soit dans les classes supérieures des lycées, soit aux examens du baccalauréat ès sciences, etc., avec l'indication des solutions. 2e édition. In-8°, VIII-265 p. et 4 pl. — Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

Poncelet. Applications d'analyse et de géométrie qui ont servi, en 1822, de principal fondement au traité des propriétés projectives des figures. In-8°, XIII-564 p. — Paris, impr. et libr, Mallet-Bachelier.

Suarce (de). Le Monitor et le Merrimac. In-8°, 23 p. — Paris, impr. et libr. Chaix et Ce

Buignet. De la culture des environs de Paris. In-8°, 14 p. — Versailles, impr. Beau jeune.

Catalan et Langlebert. Nouveau manuel des aspirants au baccalauréat ès sciences complet, rédigé conformément au programme officiel; accompagné de 3 cartes géographiques, 8 planches gravées et 1.200 gravures intercalées dans le texte. 2e partie. Arithmétique. Algèbre. In-12, XII-220 p. — Paris, impr. et librairie Jules Delalain.

Catalogue de la mission de Macédoine et de Thessalie, dirigée par M. Léon Heuzey, avec la coopération de M. Daumet. Grand in-18, 33 p. — Paris, impr. Tinterlin et Ce; libr. Michel Lévy frères; Libr. nouvelle.

Congrès scientifique de France. 28e session, tenue à Bordeaux en septembre 1861. Tome I, 1re partie. In-8°, XL-479 p. — Bordeaux, impr. et libr. Degréteau et Ce; Paris, libr. Derache.

Delfau-Lacroix. Études des voies ferrées du midi et du sud-ouest de la France. Grand in-8° à 2 colonnes, 18 p. et carte. — Montauban, impr. Forestié neveu.

Description et usage de l'élaïomètre de M. Berjot. In-8°, 8 p. et fig. dans le texte. — Caen, impr. Poisson.

Gautier. Étude générale des eaux potables, suivie d'une application particulière aux eaux de source de la ville de Narbonne. In-8°, 241 p. — Montpellier, impr. Martel aîné.

Gourcy (de). Voyage agricole en Normandie, dans la Mayenne, en Bretagne, dans l'Anjou, la Touraine, le Berri, la Sologne et le Beauvoisis. In-8°, 316 p. — Metz, impr. Blanc; Paris, librairie agricole de la Maison rustique; vᵉ Bouchard-Huzard; E. Lacroix; Louvier.

Grandeau. Analyse spectrale, ses applications à l'hydrologie. In-8°, 16 p. — Paris, impr. Martinet.

Huzard. Des ventouses d'aération dans les bergeries, vacheries et écuries. In-8°, 16 p. — Paris, impr. vᵉ Bouchard-Huzard.

Lefort. Etude chimique des eaux minérales du mont-Dore. Rapport fait à la Société d'hydrologie médicale de Paris au nom de la commission d'analyse des eaux minérales. In-8°, 68 p. — Paris, impr. Martinet; libr. Germer Baillière.

Midre et Charière. Considérations générales sur l'année 1861 dans la Creuse. Présentées à la Société impériale d'agriculture, d'histoire naturelle et des arts utiles de Lyon, dans sa séance du 24 janvier 1862. In-8°, 6 p. — Lyon, impr. Barret.

Morellet. Travaux mensuels de floriculture. In-8°, 42 p. — Bourg, impr. Milliet-Bottier.

Mortillet (de). L'Homme fossile. In-8°, 9 p. — Annecy, impr. Thésio.

Polignac (de). Résultats obtenus jusqu'à ce jour par les explorations entreprises sous les auspices du gouvernement de l'Algérie pour pénétrer dans le Soudan. In-8°, 19 p. et 1 carte. — Alger, imprimerie Bastide.

Privat. Question du coton. Culture du coton en Algérie. Étude publiée par le Nouvelliste de Marseille. In-16, 40 p. — Marseille, impr. Clappier.

Rufz de Lavison. Rapport à la Société impériale d'acclimatation sur l'exposition de volatiles faite au jardin zoologique d'acclimatation du bois de Boulogne. In-8°, 15 pages.— Paris, imprimerie Martinet.

Annuaire du Cercle des conducteurs des ponts et chaussées et des gardes-mines, à Paris. 7ᵉ année. 1862. In-8°, 130 p. — Saint-Nicolas, impr. Trenel; Paris, 36, rue Vivienne.

Beau de Rochas. De la traction des bateaux fondée sur le principe d'adhérence avec application : 1° au halage par la vapeur sur les canaux et rivières canalisées; 2° au halage par l'action du cou-

rant et au passage des rapides, etc. Ouvrage accompagné de 5 pl. et d'une carte du littoral des Bouches-du Rhône à Marseille. In-4°, 40 p. — Paris impr. lith. Maquaire; libr. E. Lacroix.

BOUCHÉ. Notice sur les usages d'un nouveau système de logarithmes. In-8°, 24 pages et 1 planches — Paris, impr. Mallet-Bachelier.

BOULET et BUISSART DE CARDEVACQUE. De la fabrication des tuiles. In-12, 52 p. et 5 pl. — Arras, impr. Schoutheer.

CHAMBRELENT. Assainissement et mise en valeur des landes de Gascogne. In-8°, 29 p. — Bordeaux, impr. Gounouilhou.

Conférence sur les travaux du canal de Suez et le sort des ouvriers en Égypte; par M. Ferdinand de Lesseps. Association polytechnique. — Paris, impr. Chaix et Cᵉ; à l'Association polytechnique, 38, rue Neuve-des-Mathurins.

DUPONT. Traité de photographie. Suivi de notions sur la galvanoplastie. In-16, 64 p. — Paris, impr, Walder; libr. Philippart; départements, tous les libr.

GUYOT. Description d'un nouvel appareil télégraphique à marche réglée, monté en relais avec contrôleur facultatif. In-8°, 7 p. — Paris, impr. Hennuyer.

LECOQ. Botanique populaire, contenant l'histoire complète de toutes les parties des plantes et l'exposé des règles à suivre pour décrire et classer les végétaux, avec application à l'agriculture et à l'horticulture; avec 217 grav. intercalées dans le texte. In-18 jésus, 408 p. — Paris, impr. Raçon et Cᵉ; libr. agricole de la Maison rustique.

LEIBNIZ. Œuvres de Leibniz, publiées pour la première fois d'après les manuscrits originaux, avec notes et introductions par A. Foucher de Careil. T. IV. Histoire et politique. In-8°, LXXXIX-356 p. — Paris, impr. et libr. Firmin Didot frères, fils et Cᵉ.

LIRON D'AIROLES (de). Exposé général sur l'état de la pomologie, à MM. les membres de la Société impériale et centrale d'horticulture de France. In-8°, 27 p. — Nantes, impr. et libr. Guéraud et Cᵉ.

MARTHA-BEKER. Notice sur la coutellerie de Thiers. In-8°, 19 p. — Clermont-Ferrand, impr. F. Thibaud.

MARTIN. L'Atomisme opposé au dynamisme dans la solution des grandes questions de chimie et de physique. In-8°, XII-228 p. — Paris, impr. Bourdier et Cᵉ; libr. E. Lacroix.

MENUGE. Cours élémentaire de cosmographie à l'usage des établissements d'instruction publique. In-18 jésus, VIII-324 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris et Nîmes, libr. Giraud.

MICÉ. De l'application des sciences physiques et chimiques à la biologie. Travail lu en séance générale du congrès scientifique de France, 28ᵉ session, le 26 septembre 1861. In-8°, 19 p. — Bordeaux, impr. et libr. Degréteau et Cᵉ.

MONTMAHOU (de). Éléments d'histoire naturelle. 3ᵉ partie. Botanique. In-18 jésus, 258 p. — Paris, impr. Claye; libr. Dezobry, Tandou et Cᵉ.

PARETO. Coupes, à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Pô, depuis Livourne jusqu'à Nice. In-8°, 82 p. et 3 pl. — Paris, impr. Martinet.

PRAT. Recherches sur le fluor et sur ses combinaisons métalloïdiques. Mémoire présenté au congrès scientifique de France, 28ᵉ session, tenue à Bordeaux en 1861. In-8°, 24 p. — Bordeaux, impr. et libr. Degréteau et Cᵉ.

RASSET. Du semis en lignes et de ses avantages. In-8°, 16 p. — Arras, impr. Brissy.

REVEIL et BERJOT. Procédé de conservation des plantes avec leur forme habituelle et l'éclat de leurs fleurs. In-8°, 7 p. — Caen, impr. Poisson.

TOMBECK. Traité élémentaire d'algèbre, à l'usage des classes de sciences des lycées et des candidats au baccalauréat ès sciences et aux écoles du gouvernement. In-8°, 304 p. — Paris, impr. Lahure et Cᵉ; libr. L. Hachette et Cᵉ.

TRONQUOY. Dessin géométrique et lavis, suivis de notions élémentaires d'architecture. In-18 jésus, IV-212 p. — Paris, impr. Claye; libr. Dezobry, Tandou et Cᵉ.

Bulletin de la Société des sciences, belles-lettres et arts du département du Var, séant à Toulon. 28ᵉ et 29ᵉ année. 1860-1861. In-8°, LXXVII-369 p. — Toulon, impr. Aurel.

Compte rendu de la cinquième séance publique annuelle, tenue le 13 mars 1862 dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne. Société des amis des sciences. In-8°, 199 pages — Paris, impr. Lahure et Cᵉ.

DECAISNE et NAUDIN. Manuel de l'amateur des jardins, traité général d'horticulture. Ouvrage accompagné de figures dessinées par A. Riocreux, gravées par F. Leblanc. In-8°, VII-706 p. — Paris, impr. et libr. Firmin Didot frères.

DELESSE. Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches. In-8°, 8 p. — Paris, impr. Raçon et Cᵉ; libr. Savy.

DESBOVES. Exercices pour les classes de mathématiques spéciales. Géométrie analytique. Théorie nouvelle des normales aux surfaces

du second ordre. Notes sur l'algèbre, la géométrie et la mécanique. Application de la méthode des différences à la séparation des racines d'une équation algébrique. Théorie des maximums et des minimums. Détermination du rayon de courbure d'une courbe plane dans le système bipolaire. Mouvement d'un point attiré ou repoussé par deux centres fixes. In-8°, XII-143 p. et pl. — Paris, impr. Hennuyer; libr. Mallet-Bachelier.

ESPAIGNET. L'Apiculture d'un vieillard, manuscrit trouvé dans les papiers de feu M. l'abbé Espaignet, curé de la cathédrale de Bordeaux, et publié dans l'Écho de Vesone par M. E. Saintespès-Lescot, président du tribunal civil de Périgueux. In-8°, 270 p. — Périgueux, impr. Dupont et Ce.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, arts et belles-lettres de Caen. 1862. In-8°, XII-539 p. — Caen, impr. et libr. Hardel.

MICHON. Conférence faite à la Société impériale d'acclimatation le 13 mai 1862, sur les céréales. In-8°, 15 p. — Paris, impr. Martinet.

PELLETIER. Visites agricoles dans l'arrondissement de Mortagne par la commission des fermes, au nom de l'association normande et à l'occasion du congrès provincial tenu à Laigle, les 18, 19, 20 et 21 juillet 1861. Distribution des récompenses en séance solennelle. In-8°, 160 p. — Caen, impr. et libr. Hardel.

ROBINET. Note sur un résultat de la congélation des eaux potables. In-8°, 6 p. — Paris, impr. Martinet.

AMIOT. Éléments de géométrie. 2e partie. Figures dans l'espace. 7e édition. In-8°, 173-406 p. avec fig. dans le texte. — Paris, impr. Bonaventure et Ducessois; libr. Dezobry, Tandou et Ce.

BECHET. Traité d'arithmétique, à l'usage de l'enseignement primaire 2e édition. In-12, 298 pages — Paris, impr. Moquet; librairie Cantel; Hachette; Maugars; l'auteur, Grande rue des Batignolles, 34.

BONHOMME. Du labourage. In-8°, 59 pages. — Rodez, imprimerie Ratery.

BOULLET. De l'état des connaissances relatives à l'électricité chez les anciens peuples d'Italie. In-8°, 31 p, — Saint-Étienne, impr. Ve Théolier et Ce.

BRIDE. L'Amateur photographe, guide pratique de photographie, contenant les procédés pour obtenir les images positives et négatives sur collodion, sur albumine et sur papier, etc.; suivi d'un vocabulaire de chimie photographique et d'un appendice traitant

des épreuves microscopiques et amplifiées. In-18 jésus, XI-238 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris, libr. Faure.

BRIOT et BOUQUET. Leçons de trigonométrie conformes aux programmes de l'enseignement scientifique des lycées. 4e édition, revue et augmentée. In-8°, 286 p. et fig. dans le texte. — Paris, impr. Bonaventure et Ducessois; libr. Dezobry, Tandou et Ce.

BRUNET. La Mécanique nouvelle, organique et universelle. Science, nature, industrie. In-8°, XVI-184 p. — Paris, impr. Renou et Maulde; bureau du Messianisme.

Exposition universelle de 1862 à Londres. Comité de l'arrondissement de Lille. In-4°, 72 p. — Lille, impr. Danel.

FILHOL et TIMBAL-LAGRAVE. Études sur quelques cépages dans les départements de la Haute-Garonne et de Tarn-et-Garonne. In-8°, 13 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

FOUGEROUX. Conservation des céréales. Mémoire au Cercle de la presse scientifique. In-8°, 26 p. et planche. — Paris, impr. Bourdier et Ce; libr. E. Lacroix.

LUSSON et COURCELLES. Éléments d'algèbre et de trigonométrie. In-12, 258 p. — Paris, impr. Bonaventure et Ducessois; libr. Dezobry, Tandou et Ce.

MERTENS. De l'avenir de l'agriculture en France. In-8°, 49 p. — Tarbes, impr. et libr. Telmon.

MOQUIN-TANDON. Éléments de zoologie médicale, contenant la description des animaux utiles à la médecine et des espèces nuisibles à l'homme, venimeuses ou parasites, précédée de considérations sur l'organisation et la classification des animaux, et d'un résumé sur l'histoire naturelle de l'homme. 2e édition, revue et augmentée; avec 150 figures intercalées dans le texte. In-18 jésus, XVI-451 p. — Paris, impr. Martinet; libr. J. B. Baillière et fils.

PLANET (de). Rapport de la commission des médailles d'encouragement (classe des sciences), lu en séance publique le 15 juin 1862. In-8°, 24 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

POUZOLZ. Flore du département du Gard, ou Description des plantes qui croissent naturellement dans ce département. T. II. 2e partie. In-8°, 343-644 p. — Montpellier, impr. Gras; Nîmes, libr. Waton.

RENARD. Distribution de l'électricité dans les conducteurs cristallisés en partant de l'hypothèse d'un seul fluide. In-8°, 53 p. — Nancy, impr. Ve Raybois.

VÉRARD DE SAINTE-ANNE. Télégraphie électrique, lignes d'Europe, d'Asie, d'Afrique, d'Océanie, d'Amérique. Sections de Mossoul à Haïderabad, de Calcutta à Bangkoc et Singapour. 4e édition,

augmentée et précédée d'une préface par L. Giraudau. In-8°, 45 p. — Paris, impr. et libr. P. Dupont.

Bernard de Palissy. Étude de ses ouvrages au point de vue forestier; par X. In-8°, 16 p. — Paris, impr. Hennuyer.

Cartier. Album et calculs de résistance de fers marchands et spéciaux. In-f°, 45 p. — Paris, impr. autogr. Broise et Thieffry; libr. Lacroix.

Chevreul. Recherches chimiques sur la teinture. Onzième mémoire de la théorie de la teinture, lu à l'Académie des sciences les 25 février, 22 et 29 avril, 6 et 13 mai 1861. Institut impérial de France. In-4°, 440 p. — Paris, impr. Firmin Didot frères, fils et C°.

Dugué. Eaux de Paris. Dérivation de la Somme-Soude et du Morin. In-8°, 135 p. et 1 pl. — Châlons-sur-Marne, impr. Martin; Paris, libr. Dunod.

Économie forestière; par un membre de la Société forestière. Des forêts et de la pratique forestière en général. In-8°, 16 p. — Paris, impr. Hennuyer.

Furiet. Avenir de la métallurgie en France vis-à-vis des traités de commerce. Fonte, fer et acier. In-8°, xv-142 p. — Corbeil, impr. Crété; Paris, libr. Dunod.

Gasparin (de). Fermage, guide des propriétaires de biens affermés. 3° édition. In-12, 216 p. — Paris, impr. Raçon et C°; libr. agricole de la Maison rustique.

Gaucheron. Cours d'agriculture pratique publié et rédigé par M. A. Cotelle. T. I. In-12, 216 p. — Orléans, impr. Puget et C°; Paris, libr. Cotelle et C°.

Gay. Une excursion botanique à l'Aubrac et au mont Dore, principalement pour la recherche des isoëtes du plateau central de la France. In-8°, 48 p. — Paris, impr. Martinet.

Gorlof. Sur la vitesse de translation d'un projectile dans l'âme d'un canon rayé. Avec une pl. In-8°, 23 p. — Sceaux, impr. Dépée; Paris, libr. Corréard.

Jourdain. Traité élémentaire d'arithmétique entièrement conforme au programme d'enseignement des lycées impériaux, complété pour les gens du monde par de nombreuses et utiles applications. In-8°, viii-283 p. — Paris, impr. Jouaust père et fils; libr. Marescq jeune; l'auteur, 58, rue des Écoles.

Le Roux. Cours de géométrie élémentaire. 1re partie: Géométrie plane, comprenant l'étude des courbes usuelles. In-18 jésus, vii-316 p. — Paris, impr. Jouaust père et fils; libr. Savy.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, belles-lettres et

arts de Lyon. Classe des sciences. T. II. In-8°, 412 p. — Lyon, impr. Rey et Sézanne; libr. Savy; Brun et Cᵉ; Paris, libr. Durand.

Mémoires de la Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. Année 1861. 2ᵉ série. 8ᵉ volume. In-8°, CXCIV-501 p. et 3 pl. — Lille, impr. Danel; libr. Quarré.

REYNAUD. De l'olivier, sa culture, son fruit et son huile. In-12, 303 p. — Nîmes, imp. Roumieux et Cᵉ; Paris, libr, Lacroix.

Télégraphie météorologique (la) en Angleterre. In-8°, 20 p. — Paris, impr Lahure et Cᵉ; libr. Challamel aîné.

GUETTIER (A.). De la fonderie telle qu'elle existe aujourd'hui en France, et ses applications à l'industrie. 1 vol. in-4°, 393 p. et 13 pl. in-folio. 1858.

— De l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer dans les constructions. 1 vol. de 550 p. in-8° et 1 atlas de 24 pl. in-4°. 1861.

JULLIEN. Traité théorique et pratique de la construction des machines à vapeur fixes, locomotives, locomobiles, et marines à l'usage des ingénieurs, mécaniciens, constructeurs, etc., et des élèves des écoles spéciales. 2ᵉ édition. 1 vol. in-4° et atlas.

LANDRIN (H.) fils. Traité de l'acier. Théorie, métallurgie, travail pratique, propriétés et usages. 1 vol. in-18 jésus, 320 p. 1859.

LOVE (G. N.). Des diverses résistances et autres propriétés de la fonte, du fer et de l'acier, et de l'emploi de ces métaux dans les constructions. 1 vol. in-8°, 391 p. et 2 tabl. avec bois dans le texte. 1859.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils fondée le 4 mars 1848.

OPPERMANN (C. A.). Nouvelles annales d'agriculture. 1ʳᵉ année. Janvier à juin 1859. Grand in-4° à deux colonnes, 36 p. et 13 pl. doubles.

PERDONNET (A.). Traité élémentaire des chemins de fer. 2ᵉ édition. 2 vol. in-8, avec nombreuses fig. et pl. intercalées dans le texte. 1858.

BASSET (N.), chimiste. Chimie de la ferme. 1 vol in-18, 388 p. avec fig. dans le texte.

Bibliographie des ingénieurs et des architectes, des chefs d'usines industrielles et d'exploitations agricoles, et des élèves des écoles polytechniques et professionnelles. 2ᵉ série, 1857-1861, 186 p.

BOILEAU (P.). Instruction pratique sur les scieries. 2ᵉ édition. 1 vol. in-8°, 108 p., 4 pl. in-f°.

BONA CHRISTAVE (D.). Considérations chimiques et pratiques sur la combustion du charbon. Traduction de l'ouvrage anglais de M. Williams. 1 vol. in-8°, 320 p. avec bois dans le texte.

Carnet des ingénieurs. 1 vol in-12, 214 p. de texte, 1 calendrier, 40 p. de papier quadrillé.

Clegg (Samuel). Traité pratique de la fabrication et de la distribution du gaz d'éclairage et de chauffage. 1 vol in-4°, 303 p., avec de nombreux bois dans le texte et atlas de 28 pl.

Demanet (A.). Cours de construction professé à l'Ecole militaire de Bruxelles. 2 vol gr. in-8°, ensemble 1108 p. et tabl. avec un atlas in-fol. de 60 pl.

Dictionnaire encyclopédique usuel. 2 vol. gr. in-8° à trois colonnes, IV-1487 p. 4e édition.

Gonfreville (D.). Art de la teinture des laines. 1 vol. in-8°, 700 p. avec atlas de 128 échantillons de couleurs différentes avec formules. 1849.

Annales de la Société d'horticulture de l'arrondissement de Meaux. N° 15. Année 1861. In-8°, 136 p. — Meaux, impr. Carro.

Concours régional d'Arras. Concours régional agricole; par M. Jacques Valserres. Concours régional hippique; par M. Charles Lenglen. Liste des lauréats, précédée des discours prononcés dans la séance solennelle de distribution de prix. 17-25 mai 1862. In-8°, 136 p. — Arras, impr. Tierny.

Deloche. De l'unité ou de la pluralité de l'espèce humaine. Unité de l'homme, par M. de Quatrefages. Notice. In-8°, 20 p. — Paris, impr. P. Dupont.

Duprat. Nouveau procédé infaillible contre l'oïdium. 1862. In-8°, 24 p. — Mont-de-Marsan, impr. Delaroy; l'auteur, à Lévignacq des Landes.

Escayrac de Lauture (d'). Notice sur les déplacements des deux principaux fleuves de la Chine, lue à la Société de géographie, le 2 mai 1862. In-8°, 16 p. et 2 cartes. — Paris, impr. Martinet.

Favre. Recherches thermo-chimiques sur les mélanges. In-8°, 11 p. — Marseille, impr. Arnaud et Ce.

Gatien-Arnoult. Discours prononcé dans la séance publique de l'Académie des sciences de Toulouse. In-8°, 16 p. — Toulouse, impr. Douladoure.

Gril. Petites leçons de chimie élémentaire rédigées à l'usage de toutes les maisons d'éducation. In-18, VIII-170 p. — Paris, impr. Blot; libr. Fouraut.

Huillet. Observations hygrométriques faites à bord de la frégate cuirassée *la Gloire* et déductions d'hygiène animale. Thèse présentée à la Faculté de médecine de Montpellier. In-4°, 40 p. — Montpellier, impr. Martel.

Lebeuf. Manuels-Roret. Calendrier des vins, ou instructions sur les travaux à exécuter mois par mois pour conserver, améliorer les vins vieux ou nouveaux et guérir ceux qui sont malades, à l'usage des propriétaires de vignes, etc. In-18, 142 p. — Bar-sur-Seine, impr. Saillard; Paris, libr. Roret.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences de l'Institut impérial de France et imprimés par son ordre. Sciences mathématiques et physiques. Tome XVII. In-4°, 811 p. et 11 pl. — Paris, impr. impériale.

Moll et Gayot. Encyclopédie pratique de l'agriculteur, publiée par Firmin Didot frères, fils et Ce. Tome VII. Entrée (bois d'). Fructification. In-8°, 483 p., avec fig. dans le texte. — Paris, impr. et libr. Firmin Didot frères, fils et Ce.

Morren. Sur les phénomènes lumineux qui présentent quelques milieux raréfiés pendant et après le passage de l'étincelle électrique. In-8°, 23 p. — Paris, impr. Raçon et Ce; libr. Bédelet.

Noguès. Dépôts jurassiques du Languedoc pyrénéo-méditerranéen comparés à ceux des bassins du Rhône et de Paris. In-8°, 39 p.— Lyon, impr. Barret.

Pizetta. La Botanique des écoles, petit traité de physique végétale. In-18, 151 p. — Paris, impr. et libr. P. Dupont.

Scheurer-Kestner. Principes élémentaires de la théorie chimique des types appliquée aux combinaisons organiques. In-8°, IV-48 p. Paris, impr. et libr. Mallet-Bachelier.

Barrande (J.). Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie. In-4 de 67 pages. — Prague, 1856.

Bibliographie des sciences minérales, ou Catalogue systématique des ouvrages publiés en langue française sur la géologie, la minéralogie, la paléontologie et les mines jusqu'à la fin de l'année 1861. 1 vol. in-8 de 300 pages.

Bronn (H. G.). Lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. Leur apparition ou disparition successive ou simultanée. Nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs. 1 vol. in-4 de 542 pages. — Paris, 1861.

Catullo (T. A.). Mélanges géologiques. 2 vol. grand in-4.

Contejean (Ch.). Étude de l'étage kimméridien dans les environs de Montbéliard dans le Jura, la France et l'Angleterre. 2e édition, 1 vol. in-8 avec 27 pl. — Paris, 1859.

— Esquisse d'une description physique et géologique de l'arrondis-

ment de Montbéliard. In-8 avec 2 pl. de coupes et 1 carte géol. — Paris, 1862.

DAVIDSON. Introduction à l'histoire naturelle des brachiopodes vivants et fossiles ou considérations générales sur la classification de ces êtres en famille et en genres; traduit de l'anglais par MM. Eudes Deslonchamps, père et fils. 1856. 1 vol. in-8.

DELAFOSSE. Cours de minéralogie. 3 vol. in-8 avec 40 pl. — Paris, 1860-1862.

DESHAYES (G. P.). Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris, comprenant une revue de toutes les espèces ac tuellement connues, publiée par livraisons de 5 feuilles de texte et de 5 pl.

ÉTALLON (A.). Sur les rayonnés des terrains jurassiques supérieurs des environs de Montbéliard. 1860. In-8 avec 6 planches.

— Paléontostatique du Jura. Jura Graylois, Faunes du terrain jurassique moyen. 1860. Grand in-8 de 33 pages.

FROMENTEL (E. DE). Catalogue raisonné des spongiaires de l'étage néocomien. 1 vol. in-8 de 20 pages avec 4 pl. — Auxerre, 1861,

GAUDRY (A.). Ossements fossiles et géologie de l'Attique, d'après les recherches faites en 1855-56 et en 1860 sous les auspices de l'Académie des sciences. 1 fort vol. in-4 de texte avec 60 pl. de fossiles, cartes et coupes géologiques coloriées — Paris, 1862-1863.

GIRAUD Léopold). L'homme fossile. In-8 de 32 pages. — Paris, 1860.

HEER (O.). Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, traduit par Ch. Gaudin. 1 vol. in-folio avec coupe et carte de l'Europe col. — Paris, 1861.

HUGUENIN (J.). Coup d'œil sur la géologie du Morbihan, considérée au point de vue des gisements métallifères. Grand in-8 avec carte géol. color. — Paris, 1862.

KOECKLIN-SCHLUMBERGER (J.) et SCHIMPER. Mémoire sur le terrain de transition des Vosges. Géologie et paléontologie. 1 vol. grand in-4 avec 30 pl. de fossiles. — Strasbourg, 1862.

LECOQ (H.). Atlas géologique du département du Puy-de-Dôme, à l'échelle de 1/40.000. 24 feuilles col. dans un atlas in-fol. cart.

MARMORA (A. DE LA). Mémoire géologique sur l'île de Sardeigne. In-4 de 40 pages avec carte géol. col.

MÈNE (CH.). Géologie, minéralogie et paléontologie du département du Rhône. 4 vol. grand in-8 avec pl. — Paris, 1862.

OMALIUS-D'HALLOY. Abrégé de géologie, 7e édit. 1 vol. in-8 avec fig. et 1 carte géol. col. — Paris, 1862.

REYNÈS (P.). Études sur le synchronisme et la délimitation des ter-

rains crétacés du sud-est de la France. Grand in-8 avec coupes. — Paris, 1861.

TRIGER. Tableau des divisions générales de la carte géologique de la Sarthe et Tableau comparatif de ses divisions avec celles des cartes géologiques de France, d'Angleterre, etc. Terrain crétacé. 1 feuille.

ZIMMERMANN (W.) Le monde avant la création de l'homme, traduit de l'allemand. 1 vol. grand in-8. 11e édit. — Paris, 1862.

OUVRAGES ANGLAIS.

SMITH (A). *The blowpipe vademecum*... Le manuel du chalumeau. Caractères des minéraux au moyen du chalumeau, d'après des observations originales. In-8°. — William and N.

ÉDWARDS (rev. Z. J.). *The ferns of the axe*... Les fougères de l'axe et de ses tributaires.

TIMBS (John). *The year book*... Annuaire des faits relatifs aux sciences et aux arts. — Lockwood.

KNOX (Robert). *The races of men*... Les races humaines. Recherches philosophiques relatives à l'influence des races sur les destinées des nations. In-8°, 600 p. — Renshaw.

WESTERFIELD (Thomas-Clark). *The Japanese*... Les Japonais : leurs mœurs et coutumes, avec récit sur les manufactures et productions du pays. In-4°, 56 p. — Photographic News-Office.

M'. COY et SALTER. *A synopsis of the*... Résumé des fossiles siluriens de l'Irlande, avec 5 pl. lithographiées. In-4°. — Williams and N.

M' COY (professor F.) et GRIFFITH (sir R. Bart.). *A synopsis of the carboniferous*... Résumé des caractères des fossiles qui se trouvent dans le calcaire carbonifère de l'Irlande. In-4°. — Williams and N.

SMALLEY (G. R.). *A compendium*... Précis des faits et des formules des mathématiques pures et de la philosophie naturelle. In-12, 250 p. — Bell.

LOWE. *Natural history*... Histoire naturelle des espèces de fougères rares et nouvelles. 1 vol. in-8°. — J. Rothschild, éditeur.

BRÉE (Charles-Robert). *A history of the Birds*... Histoire des oi-

seaux de l'Europe qui n'ont pas été observés en Angleterre. — Groombridge.

FLANAGAN (Roderick). *The history...* Histoire de la Nouvelle-Galles du Sud, avec notice sur la terre de Van-Diémen, Tasmania, Nouvelle-Zélande, Port-Philippe, etc., etc. 2 vol. in-8°, 1110 p. — Low.

GIBBS (Joseph). *Cotton cultivation...*, La culture du coton dans les climats chauds. In-8°, 250 p. — Spon.

MILLER (William). *Elements of chemistry...* Éléments de chimie. Théorie et pratique. In-8°. — Parker and Son.

SCHOEDLER (Friedrich). *Treasury of science...* Trésor des sciences naturelles et physiques. In-8°. — Griffin.

GANOT. *Elementary treatise...* Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée. In-8°. — Baillère.

Natural history... Revue d'histoire naturelle. *Quarterly Journal.* 1 vol. pour l'année 1861. In-8°. — William and Norgate.

THOMSON (Robert Dundas). *School chemistry...* Chimie des écoles, ou rudiments pratiques de la science. in-8°. — Longman.

HUMPREYS et ABBOT. *Report upon the...* Rapport sur des faits de physique et d'hydraulique dans la rivière du Mississipi. Protection des terrains d'alluvions et approfondissement de l'embouchure du fleuve. In-4°. — Philadelphia.

AUDUBON (John). *Birds of America...* Les oiseaux d'Amérique. 7 vol. in-8°. — New-York.

Birdsnesting... Description des nids et des œufs des oiseaux de l'Angleterre. — E. Newman.

HALL (James). *Natural history...* Histoire naturelle de New-York. Paléontologie de l'État. 3 vol. in-4°. — Albany.

MITCHELL (O. M.). *Orbs of heaven*, etc... Astronomie populaire. 1 vol. in-8°. — Routledge.

PIGGOT. *Chemistry and metallurgy...* Chimie et métallurgie du cuivre, nouv. édit. — Philadelphie.

GILLESPIE (W. M.). *Manual of the principles...* Manuel des principes et de la pratique pour l'établissement des routes et des chemins de fer. — New-York.

BLENKARN (John). *British timber Trees...* Les bois de charpente en Angleterre, comprenant les aménagements et les plantations. In-12. — Routledge.

JOHNSON (Georges). *Science and practice...* Science et pratique du jardinage, avec illustrations et explication de toutes les opérations régulières de l'horticulture. In-8°. — *Journal of Hort. Office.*

Beardmore (Nathaniel), *Manual of hydrology*... Manuel d'hydrologie. In-8°. — Waterlow.

Jukes (J.). *Student's manual*... Manuel de géologie. Nouvelle édition, entièrement refondue, accompagnée de listes et de figures des fossiles caractéristiques. In-8°. — Black, à Édimbourg.

Kirchhoff (G.). *Researches on the solar*... Recherches sur le spectre solaire et sur les éléments chimiques du spectre.

Miers (J.). *Contributions to Botany*... Iconographie et description donnant les caractères des plantes nouvelles ou imparfaitement décrites. In-4°. — William et Norgate.

Read (W. T.). Astronomie mathématique populaire, avec les principales formules de la trigonométrie plane et sphérique. In-8°.— Longman.

Scrope (G. Poulett). *Volcanoes*... Les volcans. Caractères de leurs phénomènes. Leur influence sur la structure et sur la composition de la surface du globe. Leurs relations avec les forces internes.

Slugg (J. C.). *Stars and the*... Les étoiles et le télescope. In-8°. — John Heywood, à Manchester.

Scoffern (John). *Handy Book*... Manuel chimique des terres végétales. Explication de leur composition et influence des procédés employés pour les améliorer en agriculture.

Babington (Charles Cardale). *Manual of British Botany*... Manuel de botanique anglaise. In-12. — Van Voorst.

Finney (S. G.). *Hints on agriculture*... Avis sur l'agriculture pour les propriétaires et les fermiers. In-8°. — Ward and Lock.

Wirral Agricultural improvement Society... Société agricole. Choix de communications faites à la Société. In-8°. — Poore, à Liverpool.

Duboulay (Thomas). *The summer of* 1862... L'été de l'année 1862, établi sur l'équinoxe du printemps, avec observations sur les étés en Angleterre, mélangé de remarques sur la climatologie et sur la météorologie de la Grande-Bretagne. — Office.

Geological Wonders... Les merveilles géologiques de Londres et de ses environs. In-8°. — Kennedy, à Édimbourg.

Du Breuil (M.). *Science and practice*... Science et pratique du greffage et de la taille des arbres fruitiers. In-8°. — Kent.

Annual retrospcct... Annuaire rétrospectif de l'ingénieur et de l'architecte, faisant connaître les progrès accomplis dans les constructions civiles, militaires et navales. 1 vol. in-8. — Lokwood.

Agassiz (Louis). *Contributions to the*... Contributions à l'histoire naturelle des États-Unis., 4 vol. in 4°. — Boston.

HUNT (Robert). *Researches...* Recherches sur la lumière dans ses applications chimiques. In-8°. — Bohn.

Observational astronomy... Observation astronomique et guide pour l'usage du télescope. In-8°, — Slugg, à Manchester.

PRATT (Henry). *On excentric and centric...* Sur la force centrifuge et centripète. Une théorie nouvelle de la projection.

WELLS (A.). *Annuel of scientific...* Annuaire des découvertes scientifiques et des progrès des sciences pendant l'année 1861. In-8.— Boston.

OUVRAGES ALLEMANDS.

ZEUNER (Dr G.). *Die Schiebersteuerungen...* La distribution à tiroirs, spécialement dans les machines locomotives. 2e édition, revue et augmentée, avec 44 figures dans le texte et 5 planches. 1 vol. in-8. — J. G. Engelhardt, à Freiberg.

— L'ouvrage du savant professeur de l'École polytechnique de Zurich jouit en Allemagne d'une réputation méritée. La première édition a été épuisée avec une rapidité que justifie pleinement la valeur de ce traité, le plus complet et le plus savant qui existe sur la matière. L'auteur y développe la théorie des systèmes suivants :

Premièrement. *Détente à un seul tiroir :* 1° coulisse de Stephenson ; 2° coulisse de Landsée ; 3° coulisse à avances constantes de Gooch ; 4° coulisse rectiligne et à avances constantes d'Allan ; 5° distribution de M. Heusinger V. Weldegg.

Deuxièmement. *Détente à deux tiroirs :* 1° distribution de Gonzenbach ; 2° distribution de Meyer ; 3° distribution de Polonceau. L'ouvrage de M. Zeuner n'ayant pas été traduit en français, on ne saurait trop en recommander l'étude aux ingénieurs qui possèdent la langue allemande. C.

REULEAUX (F.) *Die Thomas'che Rechenmascheine ..* L'arithmomètre de M. Thomas (de Colmar). Brochure in-8, 1 planche.— J. G. Engelhardt, à Freiberg.

COTTA (B. V.) et MULLER (H.). *Gangstudien oder ..* Les gîtes métallifères. Tome IV, 1er cahier de 224 pages, figures dans le texte.— J. G. Engelhardt, à Freiberg.

COTTA (B. V.). *Die Gestein Lehre...* Connaissance des roches, 2e édition, entièrement refaite. — J. G. Engelhardt, à Freiberg.

GOLDFUSS (réimpression de), sous la direction et avec les notes du professeur Ferdinand Rœmer de Breslau. Petrefacta Germaniæ iconibus et descriptionibus illustrata. Abbildungend und Beschreibung der Petrefacten Deutschlands und der angränzenden Länder. 1 fort vol. in-4 de texte et un atlas in-folio de 200 pl. — Leipzig, 1862.

WIEBE (E.). *Uber die reinigung...* Assainissement de la ville de Berlin, 2e cahier avec atlas in-folio. — Ernst et Korn, à Berlin.

HARTMANN. *Vade-mecum oder...* Vade-mecum ou guide du mécanicien, conducteur de locomotives, etc., 2e édition augmentée. — Voigt, à Weimar.

— *Statistische Nachrichten...* Renseignements statistiques sur les chemins de fer, publiés par le bureau technique des chemins de fer au ministère du commerce. Grand in-4. — Ernst et Korn, à Berlin.

NEUREUTHER (G.). *Bahnöfe...* Gares et stations des chemins de fer bavarois, 2e livraison, 6 planches lithographiées. — Munich.

SCHEFFLER (H.). *Organ für die...* Organe des progrès des chemins de fer (périodique). — Kreidel, à Wiesbaden.

PFEIFFER. *Der elektrische...* Le télégraphe électrique. Instruction générale sur les divers systèmes. — O. Wigand, à Leipzig.

KOCH. *Zeitung des Vereins...* Journal de l'union des chemins de fer allemands. — Heinrich, à Leipzig.

KLOSE. *Theorie...* Théorie des ponts en fer à poutres-double T. — C. Rumpler, à Hanovre.

FALLER (G.). *Jahrbuch...* Annuaire des mines et de la métallurgie. — Tendler et compagnie, à Vienne.

NEEMAYER (K. B.). *Mittheilungen...* Mémoires de la Société indusdustrielle du Hanovre. Nouvelle série.

FREYTAG (M.) *Monatsschrift...* Publication mensuelle de la Société industrielle de Cologne.

BÖTTCHER (R.). *Notizblatt...* Journal polytechnique. — Kunze, à Mayence.

Schriften der... Mémoires de la société de physique de Kœnisberg.

KLINGENFELD (K.). *Sonntags-Gewerbeblatt...* Feuille industrielle du dimanche de Nuremberg. — W. Schmidt.

Verhandlungen... Mémoires de la Société industrielle de la basse Autriche. — Seidel et fils, à Vienne.

Entwurf einer... Projet d'une organisation de l'enseignement technologique. — Voss, à Leipzig.

Hartmann. *Untersuchungen...* Recherches sur le chalumeau. — Gerhard, à Leipzig.

Herzog. *Neues polytechnische...* Nouveau manuel polytechnique. — Klemm, à Dresde.

Reuleaux (F.). *Der Constructeur...* Manuel à l'usage des construc- teurs de machines. — Viewig et fils, à Brunswick.

Tellkampf (H.). *Grundzüge...* Principes de hautes mathématiqu et leur application à la mécanique, mis à la portée des mécan ciens. — C. Rumpler, à Hanovre.

Rab (E.). *Die Galvanische...* La dorure et l'argenture galvaniques. — Abel, à Leipzig.

Wagner (R.). *Jahresbericht...* Compte rendu annuel des progr de la chimie et de la technologie chimique. 7ᵉ année. — Wigan à Leipzig.

Oppler. *Handbuch...* Manuel de la fabrication : 1° des huiles e traites de la houille, du lignite, de la tourbe, du bois ; 2° d l'aniline et des produits usuels du goudron de houille. — Spri ger, à Berlin.

Roessler (H.) *Technische...* Aide-mémoire et manuel des ingénieur architectes. — Kreidel, à Wiesbade. (La troisième et dernière li vraison paraîtra prochainement.)

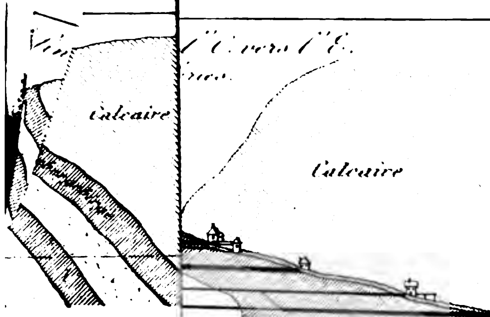
OUVRAGES ITALIENS.

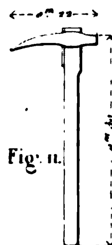
Bombicci (prof. Luigi). *Studi sulla classificazione...* Études sur la classification des minéraux. 1 vol. in-fol. — Pise, Nestri frères.

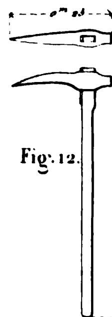
Carina (Dino). *Sulla istruzione primaria...* Sur l'instruction primaire et industrielle en France, en Angleterre et en Belgique.

Cattaneo (Carlo) *Sul riordinamento degli...* Sur la réorganisation des études scientifiques en Italie.

Atti della commissione... Actes de la commission instituée par décret royal du 14 mai 1860, pour la détermination du meilleur passage des Alpes helvétiques. 1 vol. in-4, planches. — Impr. Ceresole et Panoza, à Turin.







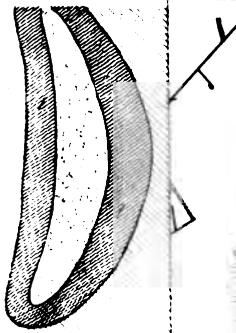
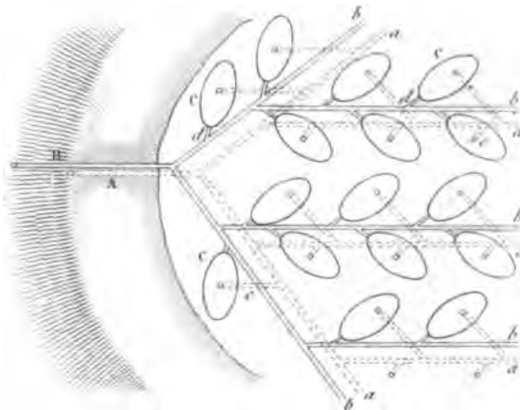


Fig. 9.



Stollen

Stollen

Fig. 13.

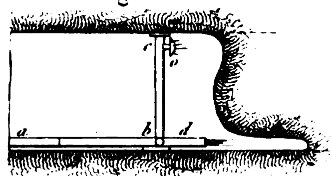


Fig. 5



A

Fig. 14.

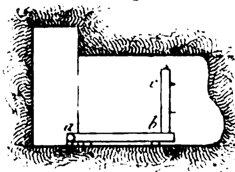
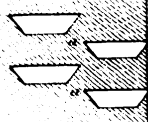


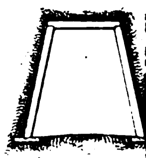
Fig. 6



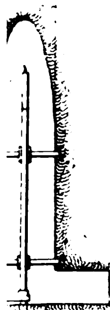
... 4 et suiv.

Lemaitre del.

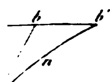
Fig. 3.



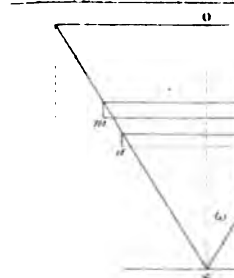
ig. 2.











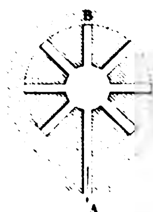


Fig. 8.

Fig. 9.

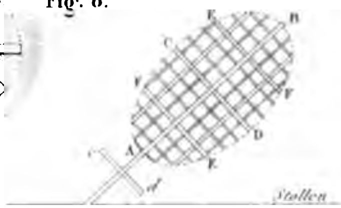
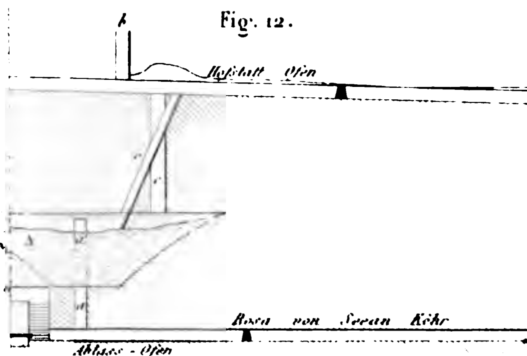
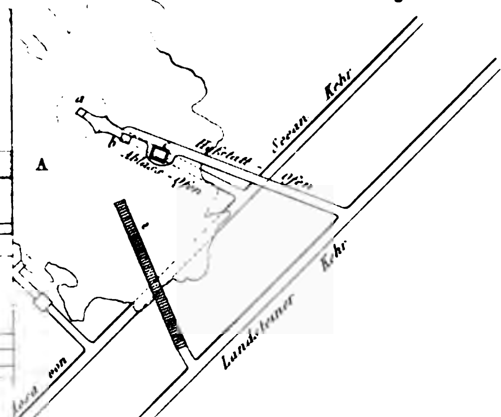


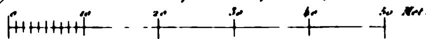
Fig. 12.



Plan de la Fig. 12.



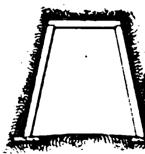
Echelle de 0m. 001 pour 1 m. pr. la Fig. 12.



ges 17 et suiv.

Lemaitre del. et sc.

Fig. 3.



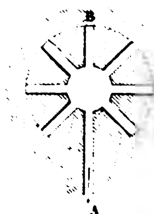
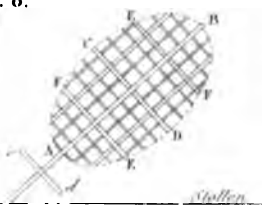


Fig. 8.

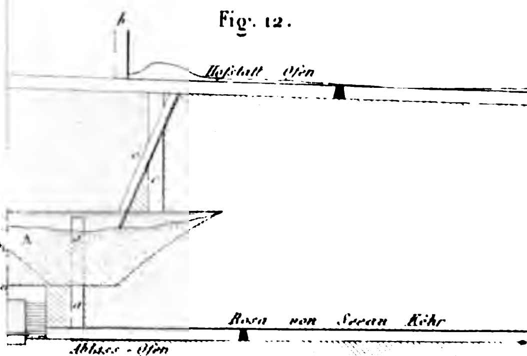
Fig. 9.



ig. 2.

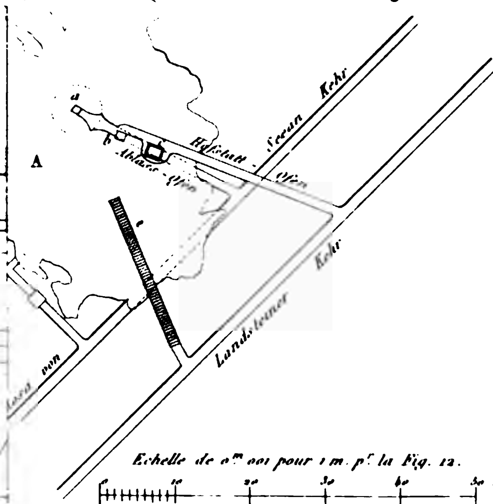
Etage

Fig. 12.



Stollen

Plan de la Fig. 12.





O

m

S

...ges 17 et suiv.

Lemaitre del. et sc.

…our la dessication des pains de sel
…rk du prince de Metternich.

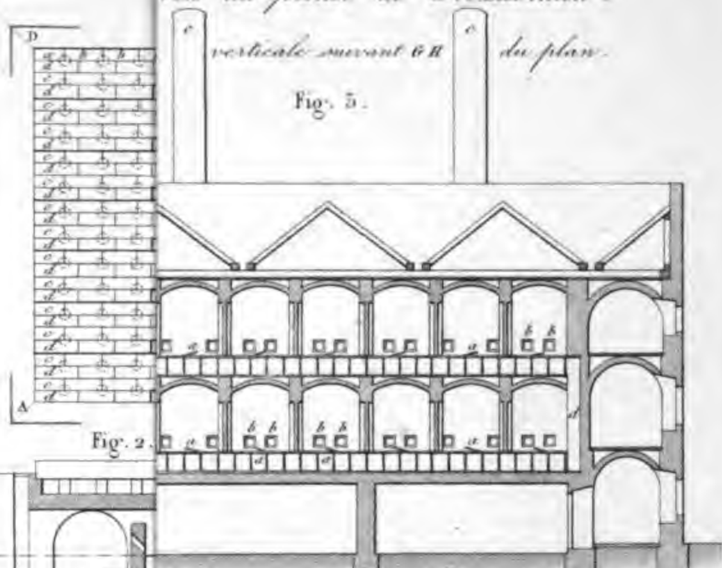


Fig. 6. Plan du 2e. étage

Coupe horizontale

3.

A

C

B

H

f (13)

Echelle pour …

Echelle pour les …

Echelle …

Lemaitre del. et s…

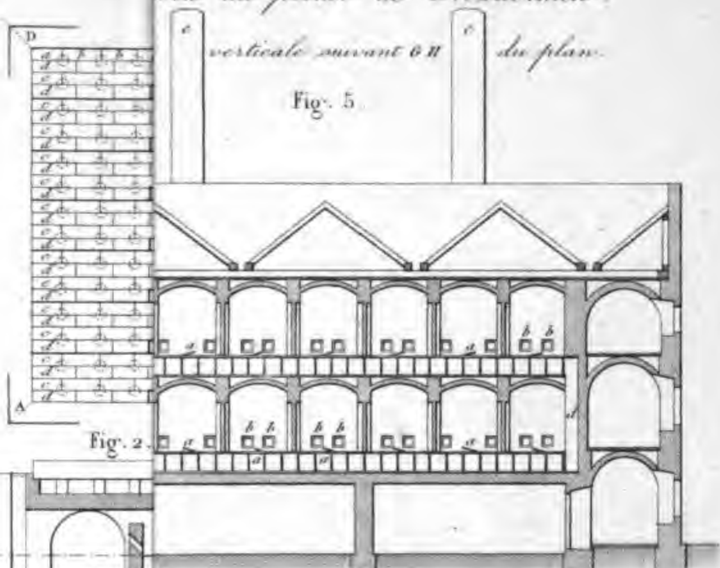


Fig. 6. Plan du 2e étage.

Coupe horizontale

3.

C

A

B

H

f (13)

Echelle pour …

Echelle pour les …

Echelle …

Lemaitre del et …

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 5.

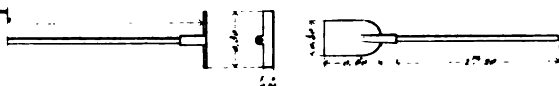


Fig. 6.

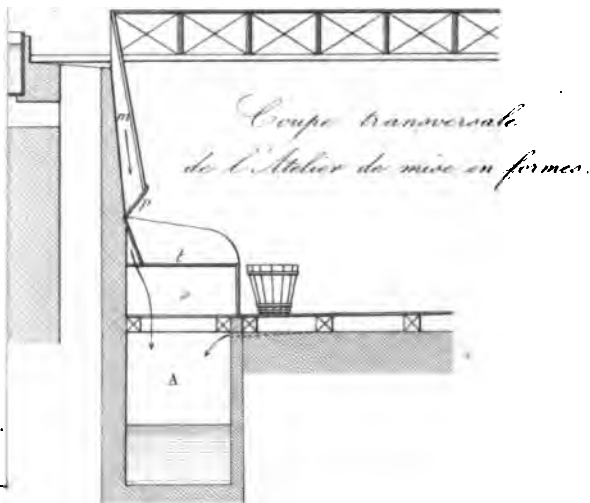


Fig.

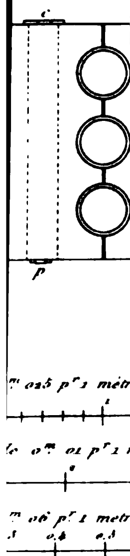
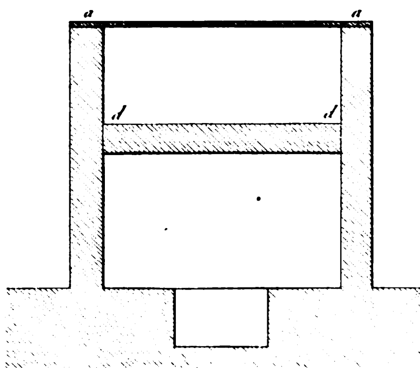


Fig. 15.



m. 025 p.r 1 métr

de 0.m 01 p.r 1

m. 06 p.r 1 metr

Lemaître del et sc.

Fig. 1. Fig. 4. Fig. 5.

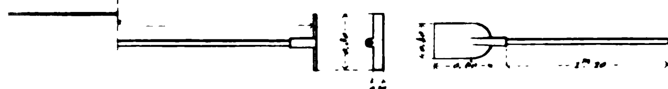


Fig. 6.

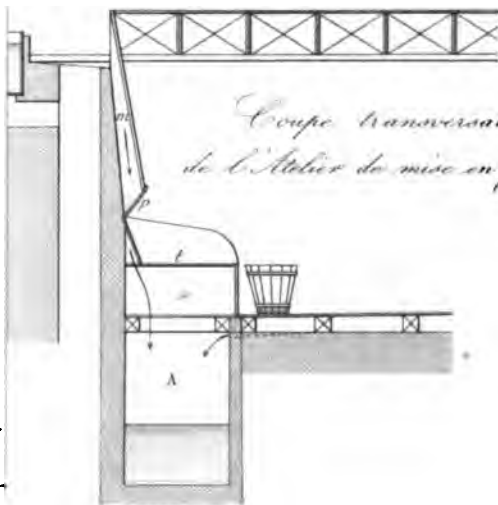


Fig.

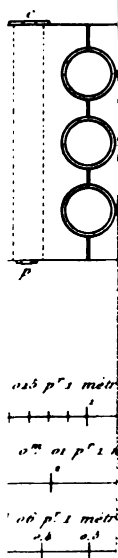
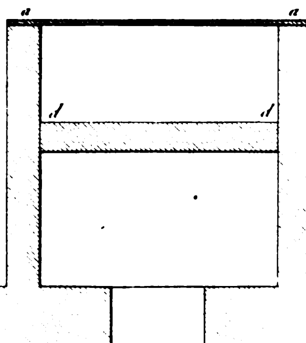


Fig. 15.



rie . Tome II

Lemaitre del. et sc.



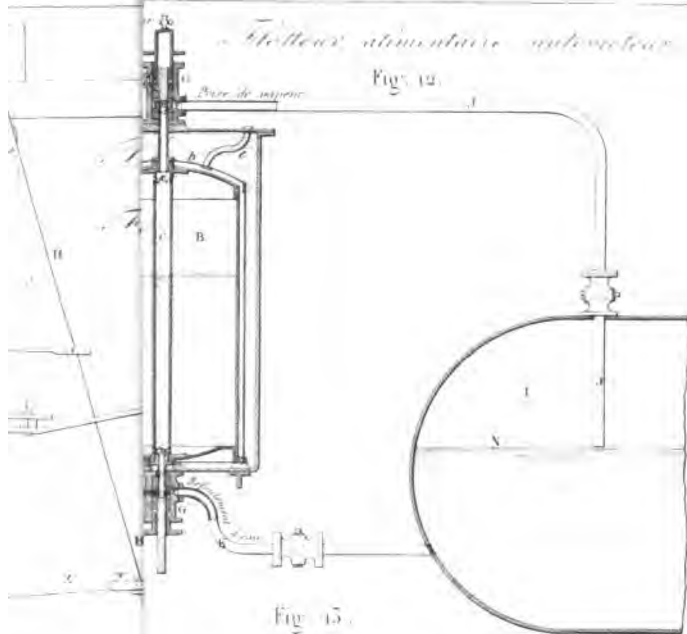
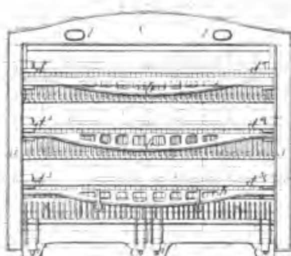
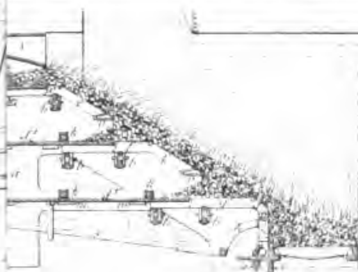


Fig. 13.



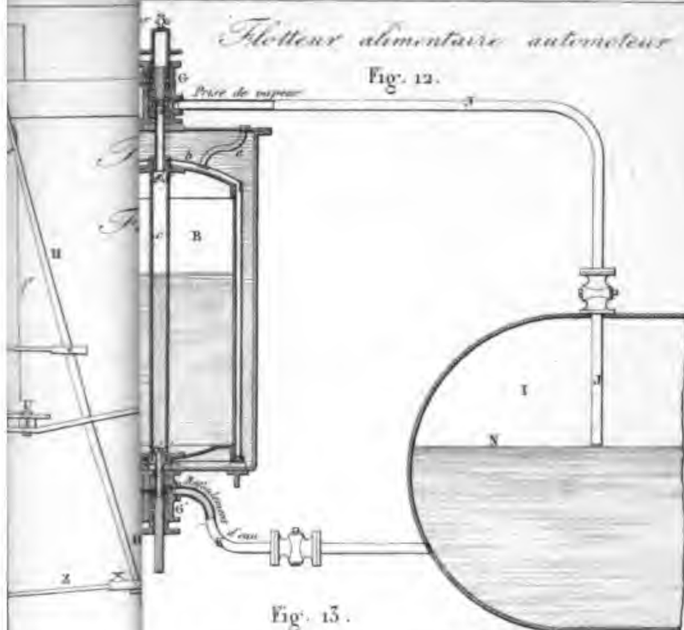


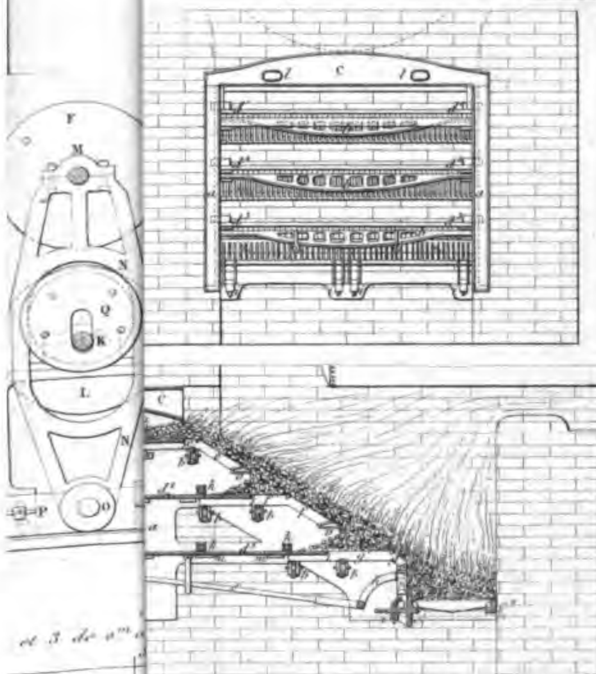


Échelle de 0m,04 pour 1 mètre pour la Fig. 12.



Flotteur alimentaire automoteur





Échelle de 0m,04 pour 1 mètre pour la Fig. 12

...ur mécaniq... ...rriet de mines, essieu creux à graissage continu

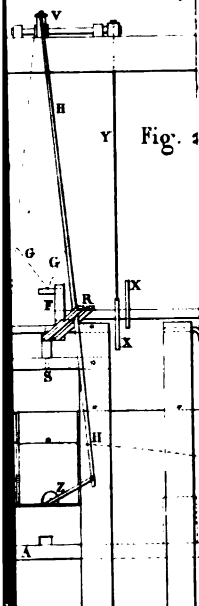


Fig. 14.

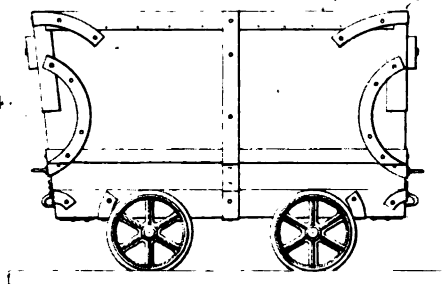


Fig. 15.

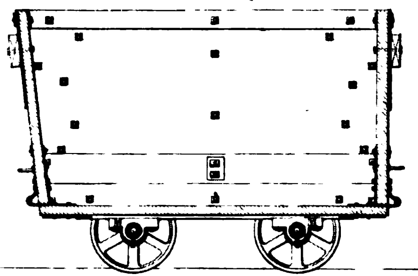


Fig. 16.

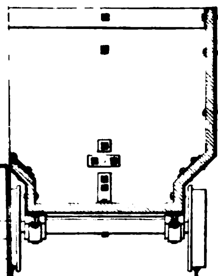
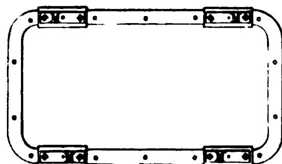


Fig. 17.



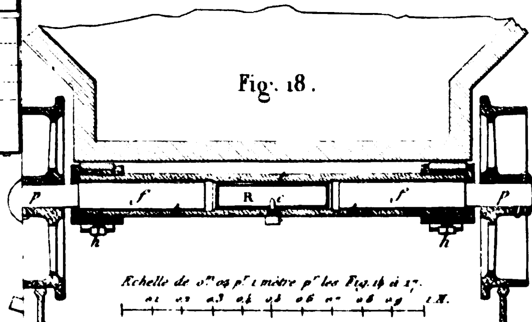


Fig. 18.

Echelle de 0m.05 pr 1 mètre pr les Fig. 14 à 17.

Echelle de 0m.10 pour 1 mètre pour la Fig. 18.

Décimètres

...pages 135 et sui...

Lemaitre del et sc.

...ur mécaniq... ...rriot de mines, essieu creux à graissage continu

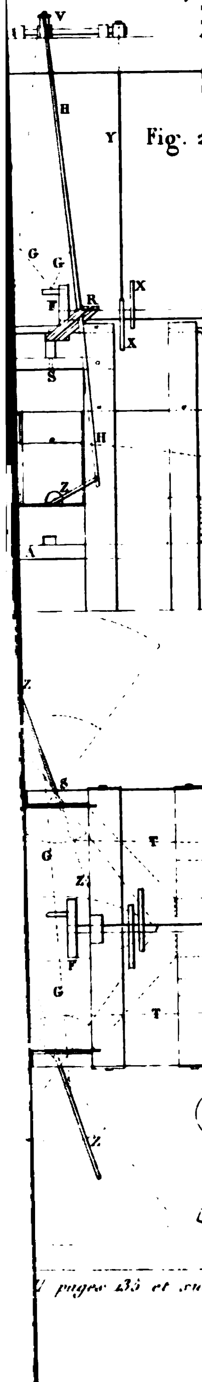


Fig. 14.

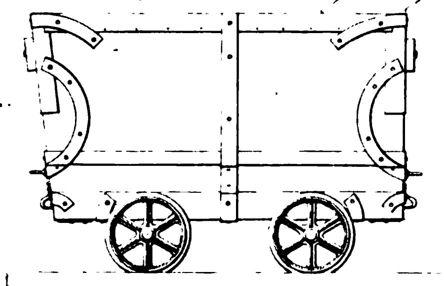


Fig. 15.

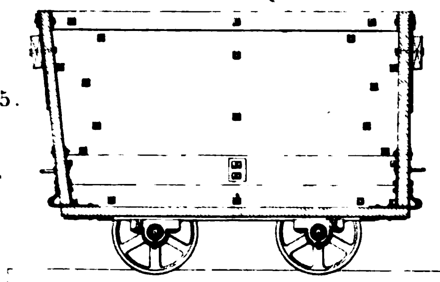


Fig. 16.

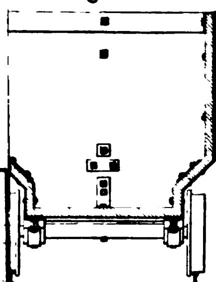
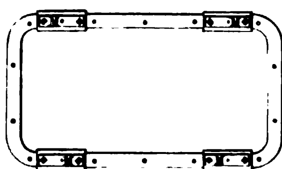
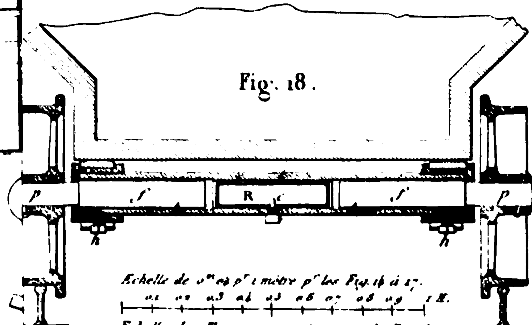


Fig. 17.





...pages 235 et sui...

Lemaitre del et sc.

...ées et par...

Fig. 4.

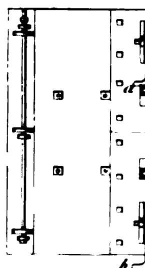


Fig. 2.

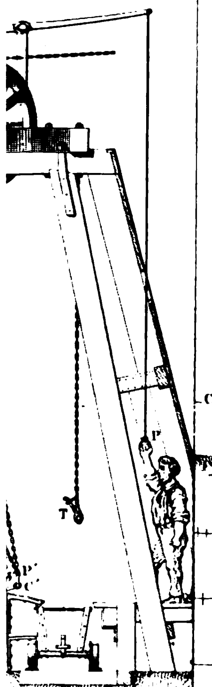
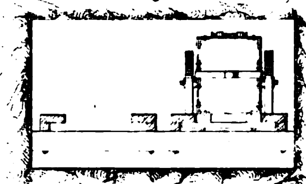
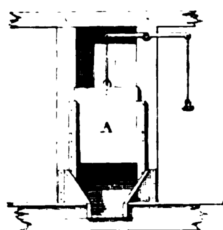




Fig. 15.

Fig. 13.





Echelle de 1/90 pour les Fig. 3. 14. 15. 16 et 17.

1 2 3 4 5 6 Mètres

Echelle de 1/60 pour les Fig. 4. 11. 12 et 13.

1 2 3 4 Mètres

Echelle de 1/30 pour les Fig. 1. 2. 5. 6. 7. 8. 9. 10 et 18.

1 2 Mètres

Lemaître sc.

...tées et par ...

Fig. 4.

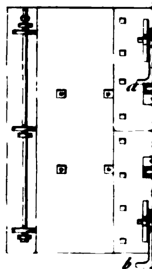


Fig. 2.

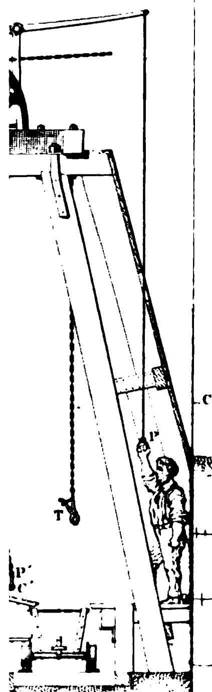
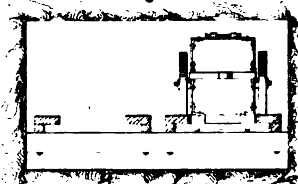
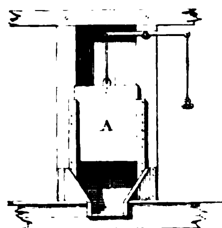




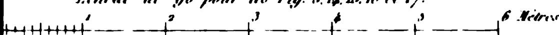
Fig. 15.

Fig. 13.

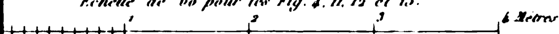




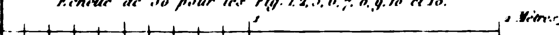
Echelle de $\frac{1}{90}$ pour les Fig. 3, 14, 15, 16 et 17.



Echelle de $\frac{1}{60}$ pour les Fig. 4, 11, 12 et 13.



Echelle de $\frac{1}{30}$ pour les Fig. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 18.



II. page 155.

Lemaitre

Wagons.

Fig. 9.

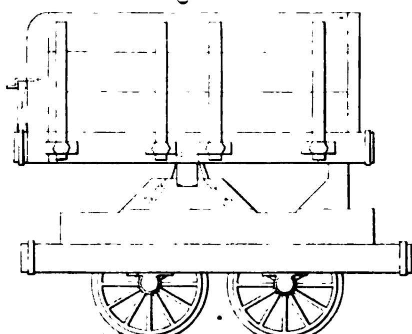


Fig. 11.

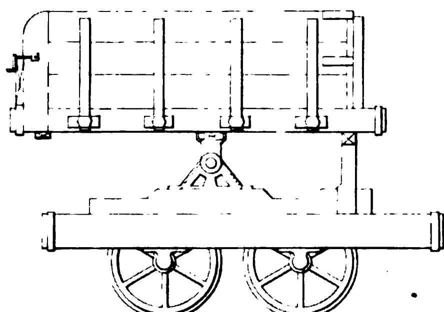
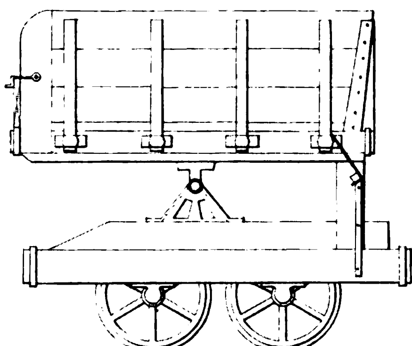


Fig. 13.



...uilles.

Echelle de 0m 0...

Echelle de 0...

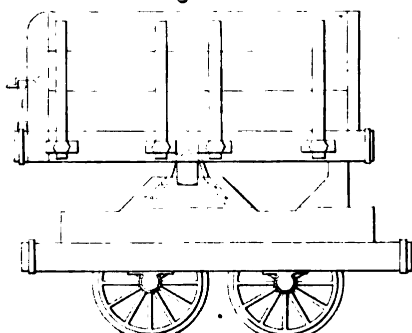
Echelle de 0m 02 ...

...es 273 et suiv.

Lemaître sc.

Wagons.

Fig. 9.



...uilles.

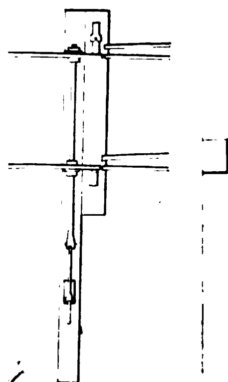


Fig. 11.

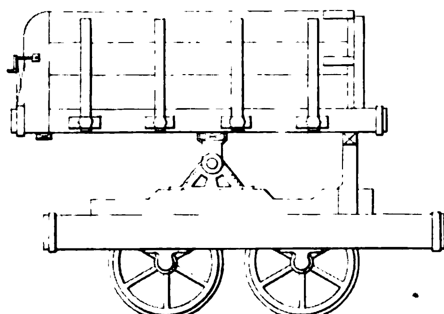
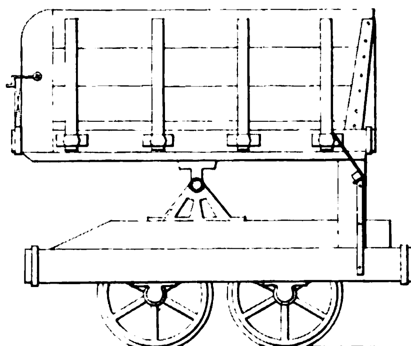


Fig. 13.



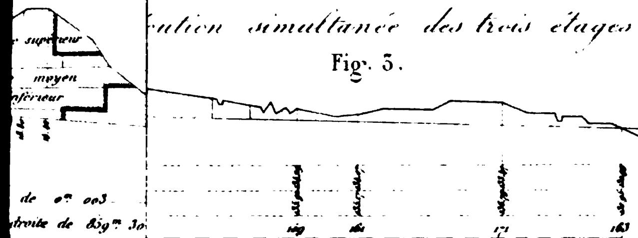
Echelle de 0.m 0

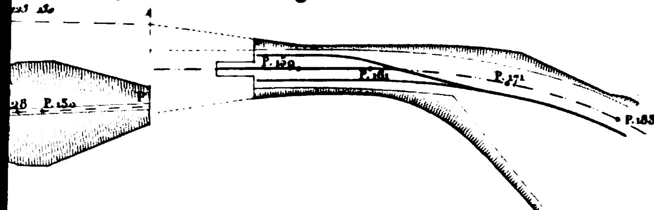
Echelle de 0

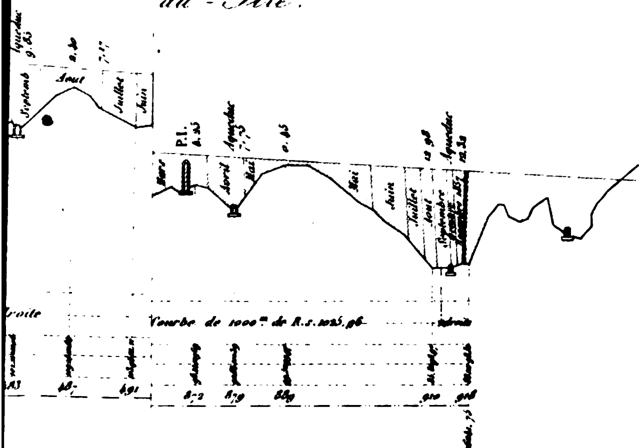
Echelle de 0.m 02 p

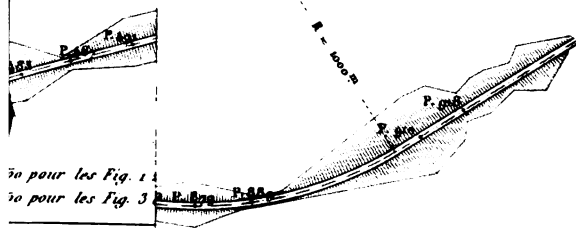
...es 273 et suiv.

Lemaitre sc.





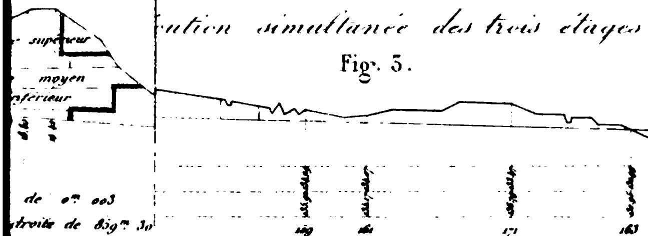


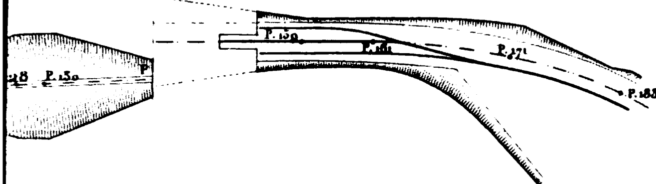


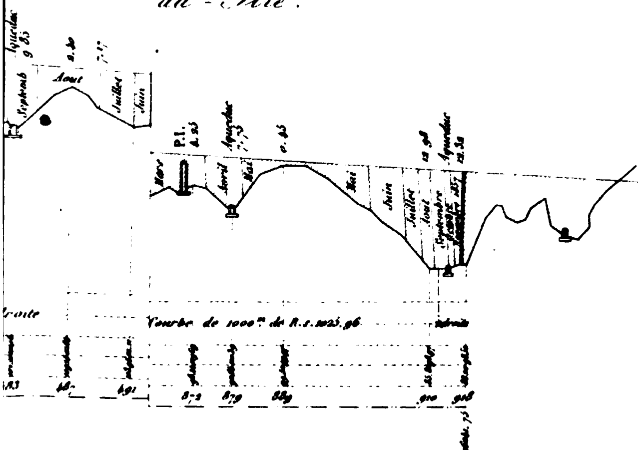
…o pour les Fig. 1 …
…o pour les Fig. 3 …

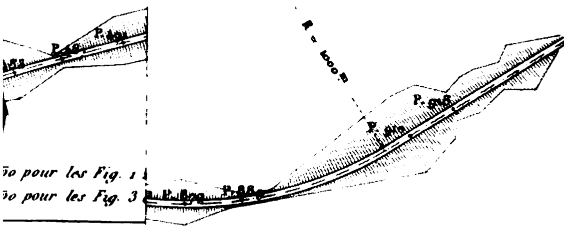
…ages 273 et suiv.

Lemaitre sc.

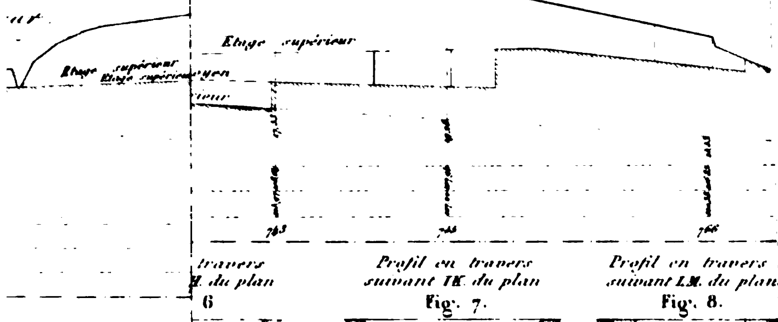

...cution simultanée des trois étages
Fig. 3.
supérieur
moyen
inférieur
de 0m 003
droite de 859m 30
169
161
171
183


Plan
Fig. 4.
P. 150
P. 161
P. 171
P. 183
P. 130

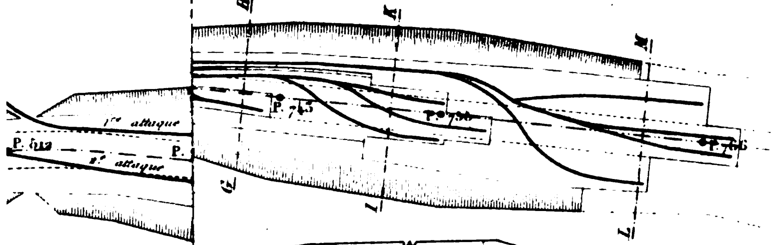

au - Pire.
Aqueduc
9 85
Septembre
Aout
Juillet
Juin
P.1.
Aqueduc
Mars
Avril
Mai
Mai
Juin
Juillet
Aout
Septembre
Aqueduc
Courbe de 1000m de R.s.1025,96
droite
872
879
889
910
918

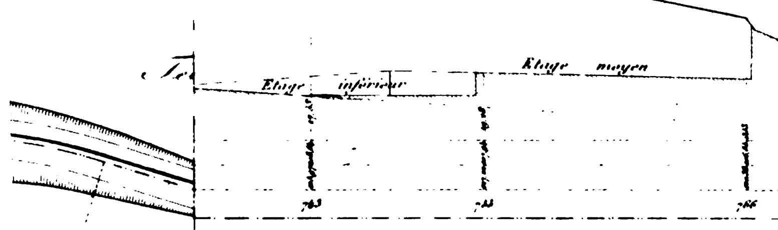

R = 1000m
P. 918
P. 910
P. 879
P. 889
...o pour les Fig. 1
...o pour les Fig. 3
...ages 273 et suiv.

Lemaitre sc.



Plan Fig.

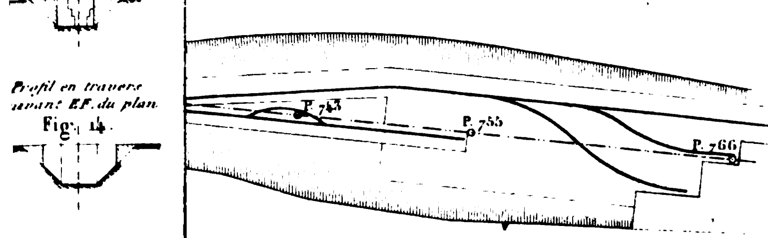




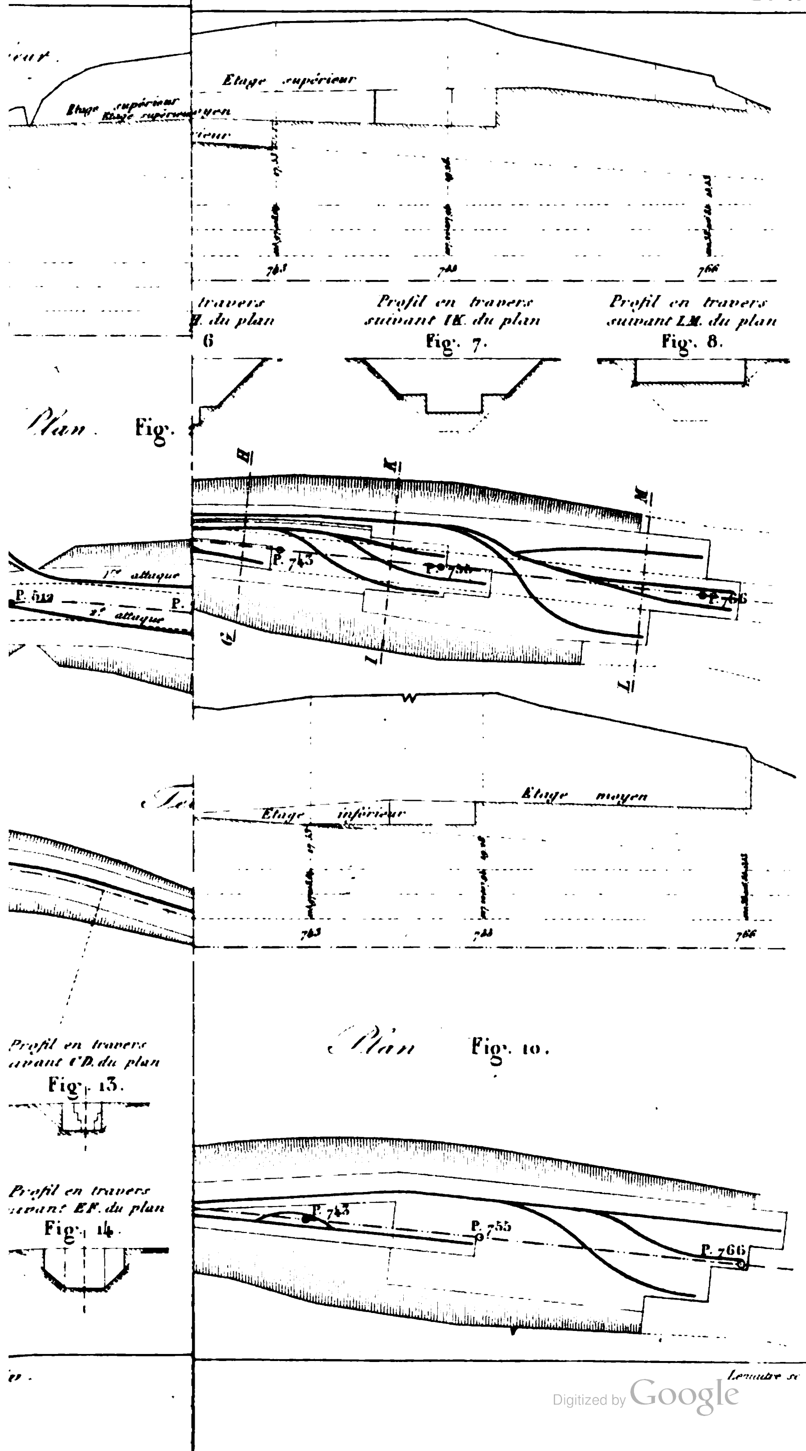
Profil en travers
suivant CD. du plan
Fig. 13.

Plan Fig. 10.

Profil en travers
suivant EF. du plan
Fig. 14.



Lemaître.


Etage supérieur
Etage supérieur
Etage moyen
763
755
766
Profil en travers suivant IK. du plan
Fig. 7.
Profil en travers suivant LM. du plan
Fig. 8.
Plan. Fig.
1re attaque
2e attaque
P. 512
P. 743
P. 755
P. 766
Etage moyen
Etage inférieur
Profil en travers suivant CD. du plan
Fig. 13.
Plan Fig. 10.
Profil en travers suivant EF. du plan
Fig. 14.

Lemaître sc

Pl. XI

Tranchée de Thun S.t Martin.

Fig. 2.

Courbe de 1000 m de R. sur 332 m 23

Droite de 933 m 27

Fig. 9.

Pente de 0 m 003

Courbe de 1000 de R. sur 387 m 39

Droite

R = 1000 m

Lemaitre Graveur de l'Empereur

Tranchée de Thun St Martin.

Fig. 2.

Courbe de 1000m de R. sur 332m 23

Droite de 933m 27.

P. 306 P. 311 P. 322 P. 325 P. 327 P. 330 P. 339 P. 353

Fig. 9.

Pente de 0m 003

de 923m 30

Courbe de 1000 de R. sur 387m 39

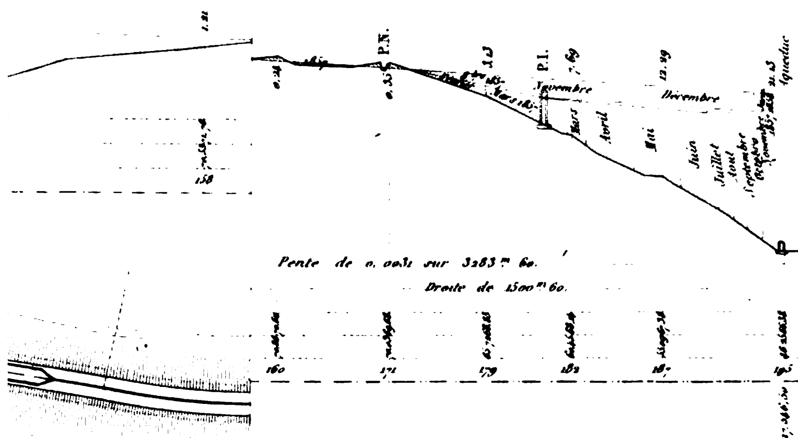
Droite

P. 485 P. 497 P. 505

R = 1000m

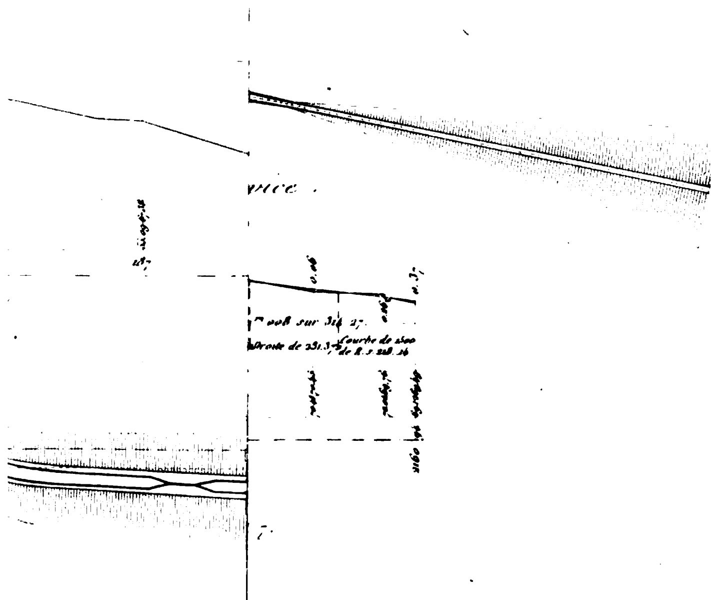
Lemaitre Graveur de l'Empereur

Grande tranchée. Fig. 1.

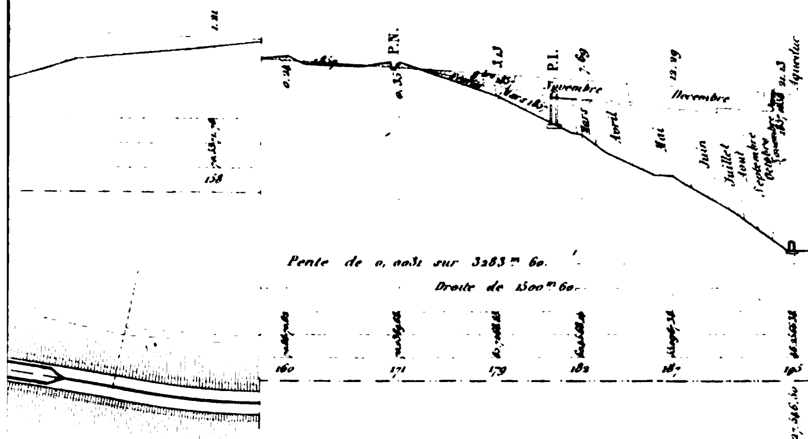


...n de la tranchée. Fig. 2.

...ur. Fig. 6.



Grande tranchée. Fig. 1.



...n de la tranchée. Fig. 2.

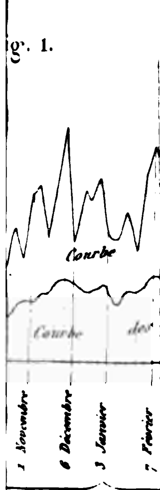
...ur. Fig. 6.

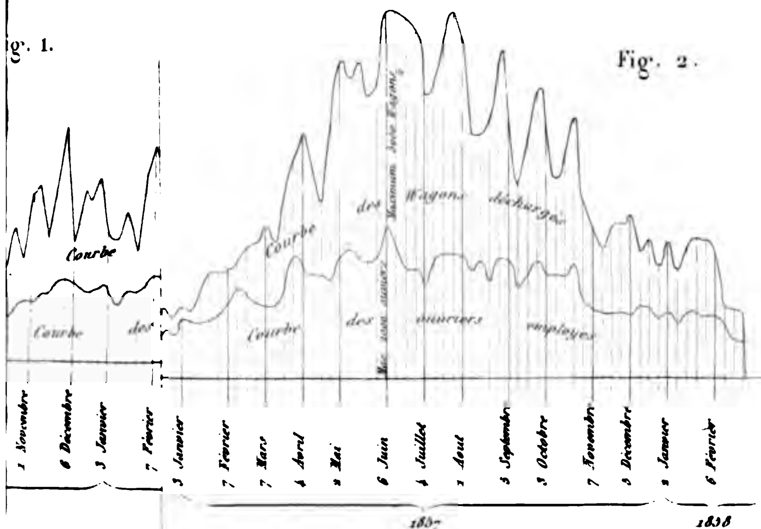
...nce.

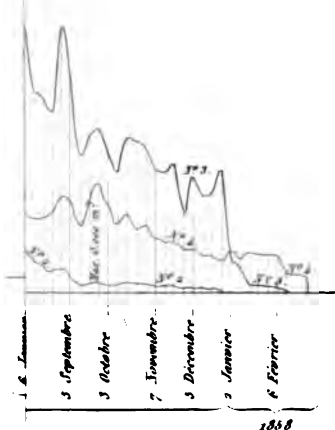
m 008 sur 314 27.

Droite de 231.3 Courbe de 1500 de R. s 218.26

Tranchée ... grande tranchée de Cambrai.







Courbe N° 3.

Partie entre Audencourt et Cambrai et entre Thun S.t Martin.

Entrep.rs MM. Marquet et Gillet.

Courbe N° 4.

Partie entre Cambrai et Thun S.t Martin

(Entrep.r M.r Clausse)

N° 1 ... l'Escaut ... in ... diners.)

N° 2. ... ussigny ... urt ... hard.)

...erre. Tome II. p

Pl.

Tranchée Grande tranchée de Cambrai.

Fig. 1.

Courbe

Courbe des

1 Novembre
6 Décembre
3 Janvier
7 Février

Fig. 2.

Courbe des Wagons déchargés

Maximum 3000 Wagons

Courbe des ouvriers employés

Max. 1800 ouvriers

3 Janvier
7 Février
7 Mars
4 Avril
2 Mai
6 Juin
4 Juillet
1 Aout
5 Septembre
3 Octobre
7 Novembre
3 Décembre
2 Janvier
6 Février

1857

1858

N° 1.
l'Escaut
en
divers.)

N° 2.
ugny
art
hard)

N° 3.
N° 4.
N° 3.
N° 4.
N° 3.
N° 4.

Courbe N° 3.

Partie entre Audencourt et Cambrai et entre Thun S.t Martin.

Entrep.rs MM. Marquet et Gillet.

Courbe N° 4.

Partie entre Cambrai et Thun S.t Martin

(Entrep.r M.r Clausse.)

4 Janvier
3 Septembre
3 Octobre
7 Novembre
3 Décembre
2 Janvier
6 Février

1858

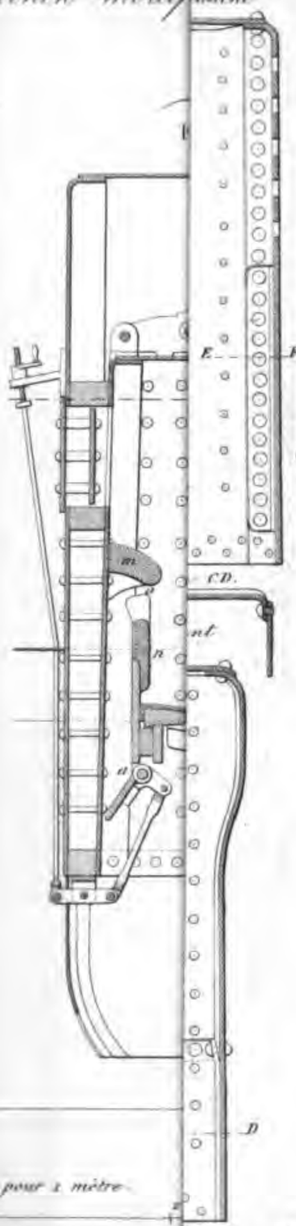
erie. Tome II. p

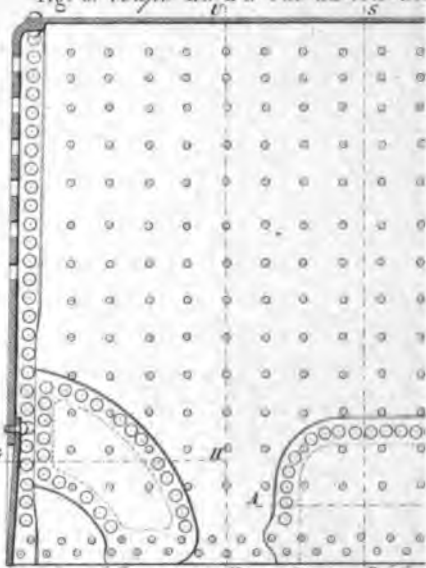
Lemaitre Graveur de l'Empereur

…acier fondu et essayé sur le chemin de fer de…

…brinck modi… gauche

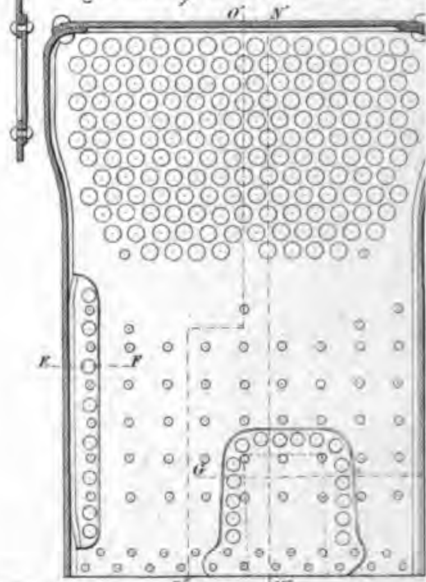
Fig. 6. Coupe MN. M'N' vue du côté dr…





…CD. Fig. 9. Coupe GH. Fig. 10. R Cou…

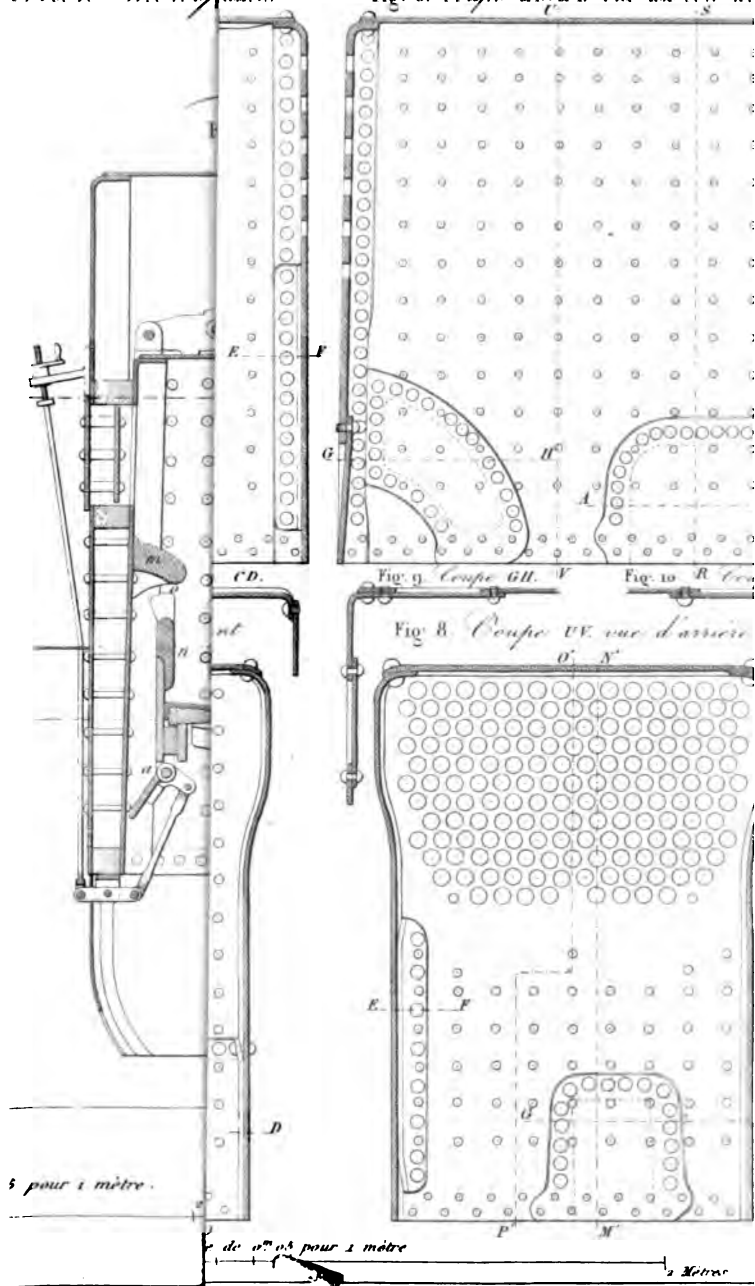
…nt Fig. 8 Coupe UV. vue d'arrière…



…e de 0m 05 p… …ètre

1 Mètre

Lemaitre Graveur …


…cier fondu et essayé sur le chemin de fer de…
…rinck modif…
Fig. 6. Coupe MN. M'N' vue du côté d…
Fig. 8. Coupe UV. vue d'arrière
Fig. 9. Coupe GH.
Fig. 10.
…5 pour 1 mètre.
…e de 0m.05 pour 1 mètre
2 Mètres
Lemaitre Graveur de…